Д. О. Святский и Т. Н. Кладо

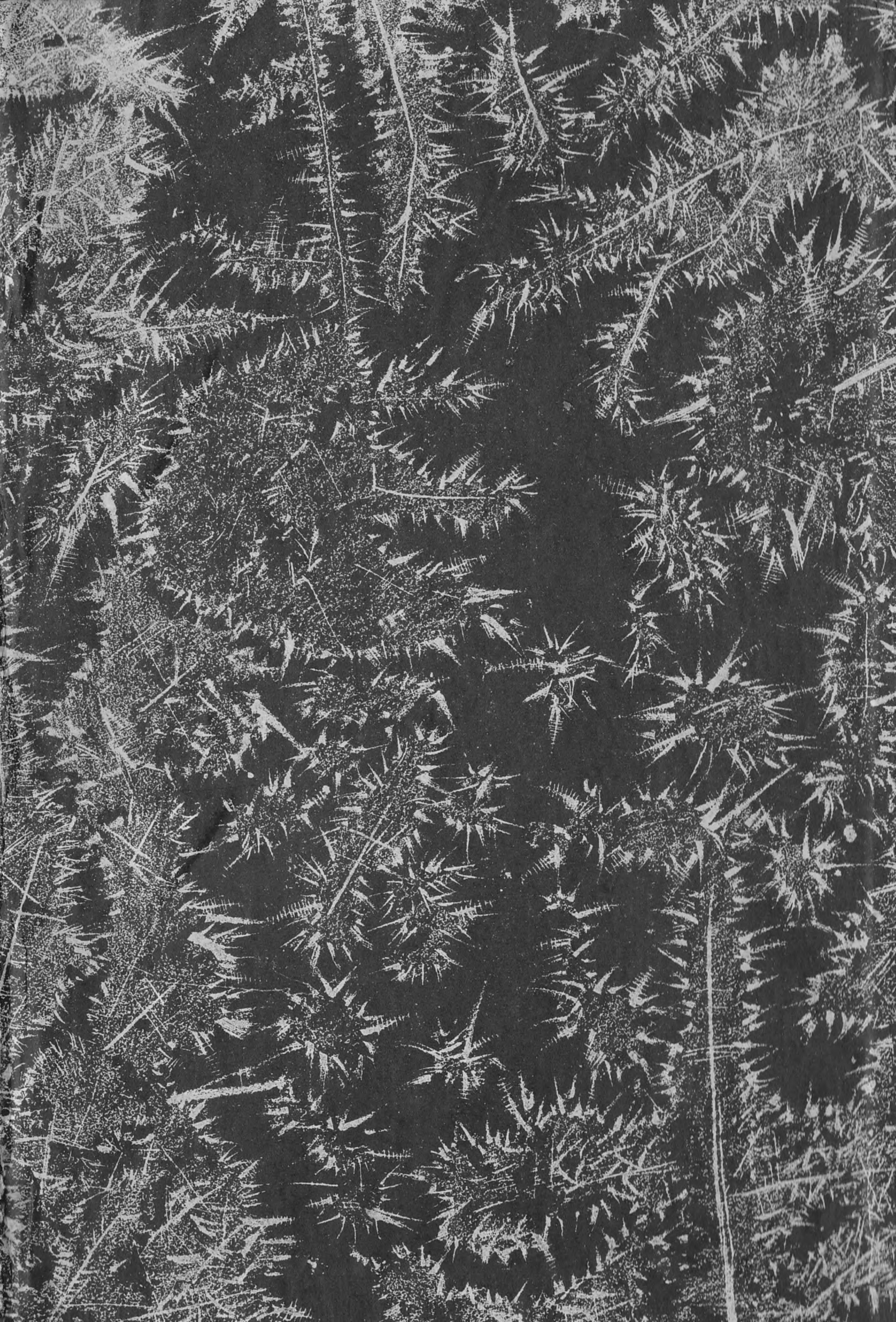
Занимательная метеорология



«Время»

Д. О. Святский и Т. Н. Кладо — Занимательная метеорология






ИЗДАТЕЛЬСТВО
ВРЕМЯ

Д. О. СВЯТСКИЙ и Т. Н. КЛАДО

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

с 127 рисунками

второе издание дополненное

КООПЕРАТИВНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВРЕМЯ»
ЛЕНИНГРАД

Рисунки в тексте, автолитографии на переплете и на форзаце работы Ю. Д. Скалдина

1934

ПРЕДИСЛОВИЕ

Нет ничего более близкого и важного для нас, чем погода, — и нет, кажется, другой науки, кроме науки о погоде, о которой существовало бы столь распространенное мнение, как о сухой и скучной отрасли знания.

Авторы „Занимательной метеорологии“ пытаются рассеять это предубеждение. Первая часть книги, составленная Т. Н. Кладо (главы I — VIII), посвящена описанию повседневных явлений погоды, их наблюдений и соответствующих инструментов, а также вопросу о строении атмосферы. Вторая часть (главы IX — XII), составленная Д. О. Святским, затрагивает вопросы атмосферной оптики и атмосферного электричества и проблему влияния Солнца и Луны на погоду, затем останавливается на попытках предсказания погоды, а также на вопросе изучения погоды в прошлом и колебаний климата. Последняя глава книги, написанная Т. Н. Кладо, посвящена новому отделу метеорологии — попыткам вмешательства человека в ход погоды.

Авторы не стремились исчерпать все вопросы метеорологии и климатологии, а выбирали лишь наиболее занимательное с целью заинтересовать читателя наукой о погоде.

Авторы

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

За четыре года, прошедшие со времени первого издания этой книги, метеорология, как и вся наша советская наука, насчитывает много достижений. В популярной книге не было возможности уделить им большое место, поскольку они преимущественно носят специальный характер; но о наиболее важных из них необходимо было упомянуть хотя бы в самой общей форме, — например, о введении метода радиозонда в исследования свободной атмосферы, о некоторых новых воззрениях в области динамической метеорологии и др. Зато обращено возможно большее внимание на вопросы приложений метеорологии к самым различным областям нашего грандиозного строительства, на то, чтоб подчеркнуть ту роль, которую играет наука о погоде в нашей практической работе, — роль, которая только теперь начинает полностью оцениваться.

Авторы выражают благодарность всем рецензентам книги, указавшим на те или иные недочеты в ее содержании и изложении; все эти указания по мере возможности приняты во внимание.

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

НА ЧТО НУЖНА МЕТЕОРОЛОГИЯ?

Прекрасный майский день; тепло; на небе клубятся блестящие белые облачка. К вечеру становится ясно и прохладно. Будет заморозок или нет? Если будет, надо бы закрыть рассаду в парниках и развести костры в саду, где цветут яблони. Напрасно работать не хочется, а погубить урожай — страшно. Садовод сберег бы много напрасного труда, если б знал наверное, какой ждать погоды.

На юге, где-нибудь на Кавказе или в Крыму, собираются посадить растения, требующие много тепла и света, — например, хлопок или чай. Достаточно ли им будет солнца и влаги? Не грянут ли зимой такие морозы, что посадки погибнут? Иногда тут на помощь приходят старожилы, которым полагается все помнить. Но если больших морозов или засух не было до сих пор, можно ли надеяться, что их тут вообще быть не может? Прежде чем браться за новое дело, очень важно знать, на что мы должны рассчитывать, независимо от маловажных людских свидетельств.

В степи, где часто дует ветер, было бы выгодно использовать его энергию и поставить ветряный двигатель. На какой высоте его поставить? На сколько часов работы можно рассчитывать? Есть ли смысл вообще устанавливать здесь ветряк, или расходы по его установке не окупятся?

Метель, снежные заносы остановили движение поездов; телеграфные столбы поломаны бурей. Много дала бы железная дорога, чтобы уметь предвидеть снежную бурю, размывы, гололед. Едва ли не еще важнее предсказание бури на море, где нежданно налетевший шторм может быть причиной гибели ценностей и даже человеческих жизней.

Бурное таяние снега, разливы, паводки... Как важно знать запасы снега в области, знать, сколько воды он может дать при таянии и где нужно опасаться наводнения!

А наводнения в Ленинграде? Сколько бедствий и убытков можно предотвратить, если знать о них наперед!

Авиатор собирается совершить перелет. Внизу, у земли, ветра нет; погода спокойная, тихая. Но что ждет его наверху? Такая же тишина, или там подстерегает его буря?

Больной хочет ехать на курорт. Ему необходимо знать, какое место лучше всего выбрать, где больше солнца, меньше ветров и дождей, где воздух чище, — вообще, какого климата надо ждать на том или ином курорте.

Вот ряд примеров из самых различных областей жизни. Он далеко не исчерпывает всех тех вопросов, на которые отвечает или стремится ответить метеорология. Наука эта сравнительно мало известна в широких кругах, а между тем нет человека, который в той или иной мере не пользовался бы ее услугами. Вся жизнь людей тесно связана с погодой и климатом страны, где они живут и работают. В городе это ощущается меньше, чем в деревне, но погода и климат не остаются без влияния и на горожанина. Метеорология — это и есть наука о воздухе, который нас окружает, об изменениях, которые в нем происходят и создают для каждого места то, что называется его погодой, а в конечном счете — климатом.

ЧТО ЗНАЛИ О ПОГОДЕ В ДРЕВНОСТИ

Некоторые из сейчас перечисленных вопросов возникли лишь в позднейшее время. Но прежде люди гораздо больше зависели от погоды, чем теперь, и простейшие наблюдения над погодой, особенно в связи с земледелием и мореплаванием, велись уже в глубочайшей древности. Старейшие из дошедших до нас метеорологических записей — это глиняные дощечки из Вавилонии, хранящиеся теперь в Британском музее, в Лондоне. На них записаны различные приметы погоды большею частью в связи с урожаем, — например:

„Когда гром гремит в месяце Себат, то появится саранча".

„Когда солнце окружено кругом, то пойдет дождь", и т. п.

Подобные же заметки встречаются в Библии, а также у древних греков и римлян. У греков существовали особые календари погоды со своего рода „расписаниями" погоды на долгие сроки вперед; они, повидимому, пользовались успехом, хотя предсказания эти переплетались с самыми нелепыми суевериями и религиозными предрассудками. Грекам же — именно Аристотелю — принадлежит и первый научный труд по метеорологии, относящийся, впрочем, скорее к физике. Он был написан в IV веке до нашей эры, а в 1923 г. издан впервые на английском языке.

Древние индусы и китайцы также не остались в стороне от метеорологии; в их дошедших до нас книгах встречаются иногда интересные отрывки из области наблюдений над погодой. В начале нашей эры индусский поэт Калидаза написал целую поэму под названием „Облачный Вестник". В ней поэтически описывается движение облака во время муссонов — дождливого периода в Индии. Вот некоторые стихи оттуда:

„Отдохни на горе, когда слишком утомишься... Остановись на время на холме Амракута, излей влагу, стань легче и спеши далее...

„На горе Кайлаза твое тело замерзнет внутри тебя, и страшный гром будет сопровождать тебя...

„Когда принесешь весть любви моей возлюбленной в Алахе близ Кайлаза, ты свободно, и пусть никогда не будешь ты разлучено со своей возлюбленной, молнией, как я, несчастный разлучен со своей..."

Индусами, очевидно, было правильно прослежено направление облаков, их образование на горах, когда теплый влажный ветер с моря встречает на пути Гималаи, и выпадение из облаков дождя, а иногда и образование сильных гроз и града („тело замерзнет внутри тебя").

Целый ряд суеверий, связанных с погодой, и до настоящего времени сохранился у всех народов; некоторые из народных примет имеют под собой, впрочем, известные здравые основания. Во всяком случае, начало научной метеорологии было положено только тогда, когда были изобретены важнейшие приборы и стало возможно правильное наблюдение погоды.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА

СКОЛЬКО ВЕСИТ ВОЗДУХ?

За нормальное давление условно принимается давление воздуха на уровне моря и при температуре 0°. Тогда оно уравновешивается столбом ртути в барометрической трубке высотой в 760 мм. Может быть, кто-нибудь спросит: „Причем тут температура?“ Надо вспомнить, что все тела от теплоты расширяются; стало быть, расширяется и ртуть в трубке; значит, при одном и том же давлении атмосферы столбик ртути будет выше, чем при 0°, если температура выше 0°, и ниже, чем при 0°,—если температура ниже 0°. Строго говоря, так как вес всякого тела зависит от его расстояния до центра Земли, Земля же, как известно, не шар, а сплюснута у полюсов, то нужно еще присоединить и поправку на широту места; но она очень незначительна и необходима лишь для самых точных измерений.

Сколько же, однако, весит столб воздуха, давление которого уравновешивается столбом ртути в 760 мм длиной? Это, конечно, зависит от площади основания столба. Положим, что нас интересует давление на площадку в квадратный метр. Если бы мы имели не ртуть, а воду, столб ее в барометрической трубке был бы не 760 мм, а в $13^1/_2$ раз больше, т. е. примерно $10^1/_2$ м, и

объем такого столба при основании 1 кв. м был бы $10^1/_2$ куб. м; вес его был бы $10^1/_2$ т, т. е. 10 500 кг, или более 650 пудов.

Наш организм вполне приспособлен только к тем давлениям, которые нам постоянно приходится переносить. Резкие повышения или понижения давления обычно сказываются на человеке, особенно если он не вполне здоров. Подъемы в высокие, разреженные слои воздуха при полетах на шарах или аэропланах или восхождениях на горы сказываются и у здоровых людей различными болезненными явлениями. Отчасти здесь играет роль недостаток кислорода, но в значительной степени — и самое понижение давления.



Рис. 1. Ниагарский водопад, замерзший во время сильных морозов в феврале 1926 г.

Привычка, играющая такую большую роль в жизни человека, проявляется однако и в этой области. Во время длительных экспедиций на высокие горы, когда людям приходилось сравнительно долго оставаться на больших высотах, они вначале чувствовали себя очень скверно: страдали заметной слабостью, не могли спать

и т. п. Но с течением времени наступало приспособление к разреженному воздуху, и уже через 4—5 дней путешественники чувствовали себя довольно сносно. Последняя экспедиция на Эверест летом 1924 года, когда была достигнута наивысшая точка около 8 580 м (высота Эвереста около 8 845 м), показала, что и на этих грандиозных высотах можно существовать и даже совершать переходы без искусственного дыхания кислородом, при условии предварительной тренировки. А ведь давление там — примерно 260 мм, почти втрое меньше нормального! Значительно ниже этих головокружительных высот, но все же на весьма почтенной высоте около 5 200 м (всего на 400 м ниже вершины нашего Эльбруса), там же на Эвересте постоянно живет отшельник-индус и, повидимому, чувствует себя хорошо, хотя давление не превышает 400 мм.

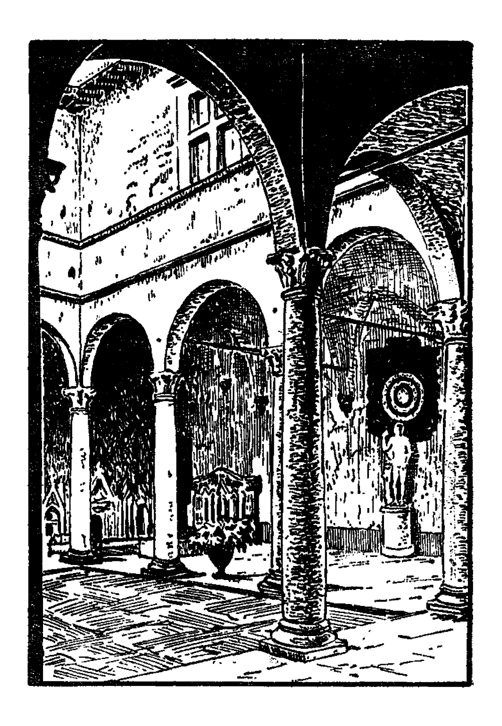


Рис. 2. Дом во Флоренции, где работал Галилей.

Если же каким-нибудь образом выкачать внутренний воздух из полых предметов, внешнее давление сразу проявит себя. В учебниках физики описывается знаменитый опыт с „Магдебургскими полушариями“, которые,

когда из них выкачали воздух, так плотно прижались друг к другу под действием атмосферного давления, что их не могли разнять 16 лошадей. А вот любопытный пример из другой области. На побережьи океана в С. Америке часто проносятся бури колоссальной силы, так называемые „торнадо“. Давление при этих бурях падает иногда в короткий срок до 700 мм и даже ниже. Оказывается, что давление внутри зданий при таких резких падениях наружного давления не успевает следовать за последним; разности давления могут получиться настолько большие, что дом как бы взрывается изнутри!

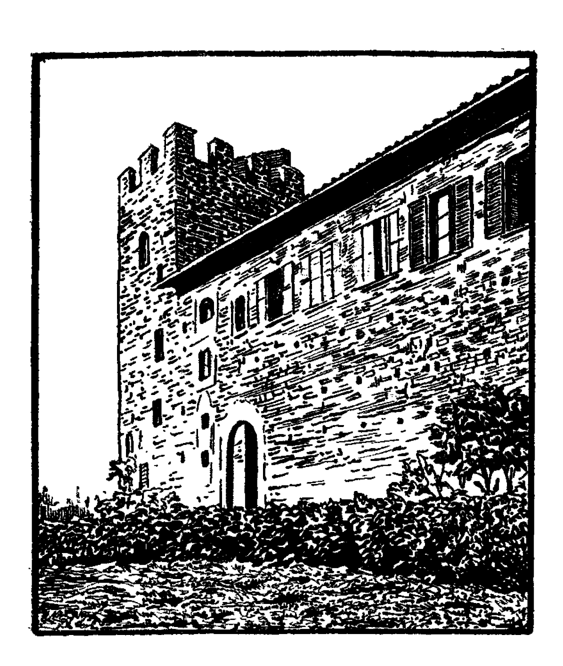


Рис. 3. Наружный вид дома Галилея во Флоренции.

ГДЕ ГРАНИЦА АТМОСФЕРЫ?

По мере поднятия над Землей давление и плотность воздуха уменьшаются; при этом давление убывает не пропорционально высоте, а гораздо быстрее. Если бы вся атмосфера имела температуру 0°, то у земли было бы давление 760 мм, на высоте 18,4 км — 76 мм, на

высоте 36,8 км — 7,6 мм, на высоте 55,2 км — 0,76 мм и т. д. Так как в верхних слоях температура ниже 0°, то в действительности давление убывает еще быстрее, и на 40 км составляет уже около 1 мм, а на высоте 500 км — около 0,001 мм. Это величины уже исчезающие малые, и практически атмосфера для нас не существует выше 10—15 км. Определенную границу между такими „следами“ воздуха и безвоздушным пространством провести вряд ли можно: переход совершается постепенно уловить его нельзя. Можно решить другую задачу: как высоко простиралась бы атмосфера, если бы плотность воздуха была всюду одинакова, а не менялась бы с высотой? Это определить не трудно. Мы знаем, что столб воздуха, простирающийся до самых пределов атмосферы, весит 10 500 кг при основании в 1 кв. м. С другой стороны, известно, что 1 куб. м сухого воздуха весит 1,29 кг. Стало быть, такая „однородная атмосфера“ простиралась бы на высоту во столько раз большую 1 м, во сколько раз 10 500 больше 1,29. Расчет дает 8140, т. е. искомая высота равна приблизительно 8 км. Таким образом, уже вершина Эвереста лежала бы за пределами однородной атмосферы.

БАРОМЕТР И ПОГОДА

Даже из образованных людей многие убеждены, что барометр „показывает погоду“, настоящую или будущую. В этом заблуждении поддерживает публику обыкновение мастеров, изготовляющих барометры-анероиды, писать на их циферблате: „ясно“, „переменно“, „дождь“, „буря“ и т. п. Барометры-анероиды основаны на том, что металлическая коробка, из которой выкачан воздух, немного сплющивается под влиянием внешнего атмосферного давления, и эти изменения коробки передаются при посредстве рычагов стрелке, движущейся по циферблату. Циферблат обычно разделен на деления, отве-

чающие миллиметрам ртутного столба (в старых приборах — на дюймы). Анероид, даже выверенный и точный, должен постоянно сравниваться с ртутным барометром, так как показывает, строго говоря, лишь *изменения* давления, а не абсолютную его величину. Правда, в хо-



Рис. 4. Шквал с дождем.

роших и правильно установленных анероидах ошибка сравнительно невелика. В публике же чаще всего распространены дешевые анероиды, установленные без сравнения с ртутным барометром и, конечно, не принимая в расчет высоты того места, для которого предназначен анероид. Публика этим, впрочем, не интересуется. Она смотрит прежде всего на надписи, которыми украшен циферблат, и когда стрелка стоит на „великой

суши“, а моросит дождь, или если стрелка показывает „дождь“ в солнечную погоду, владелец барометра бранит и его и метеорологов. Виноват между тем он сам, потому что не потрудился узнать, что не только анероид,— который прежде всего может быть неправильно установлен,— а и самый совершенный ртутный барометр вовсе не обязан предсказывать погоду.

Барометр показывает *давление воздуха*, а оно зависит от высоты места. В одну и ту же погоду барометр на вершине горы будет стоять на „великом дожде“, в то время как внизу он покажет „ясно“. Давление, низкое для Ленинграда, будет высоким для Москвы, лежащей выше. Но допустим, что мы учли это, введя поправку на высоту, или, как говорят, „приведя давление к уровню моря“. (Это делается при помощи особых таблиц, а для высот, близких к поверхности земли, до 900—1000 м, можно грубо принять, что разность давлений в 1 мм отвечает разности высот в 11 м). Все же, как увидим дальше, погода вообще зависит не столько от давления, сколько от его *изменений*, а кроме того еще от целого ряда многообразных условий. Правда, до известной степени можно сказать, что при продолжительном высоком стоянии барометра обычно бывает ясная и тихая погода, при резком же падении — надо ждать дождя и сильного ветра. Но это имеет значение лишь относительное, и сердиться на барометр, когда он „врет“, нет никаких оснований.

ГЛАВА ВТОРАЯ

СОЛНЦЕ И СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ

ЧТО ДАЕТ НАМ СОЛНЦЕ?

Вся энергия, которой мы пользуемся на Земле, берется от Солнца. На первый взгляд, это не совсем понятно. Ведь зимой в средних и, тем более, высоких широтах Солнце почти не греет, однако мы обходимся без помощи солнечной теплоты и жжем в печах дрова или уголь. Кроме того мы применяем энергию мощных паровых и электрических двигателей, пользуемся силой воды, иногда силой ветра, и даже не вспоминаем о Солнце!

Рассуждая так, забывают, что наши паровые и электрические двигатели работают не сами собой, а требуют топлива. Их топят дровами или углем. Но дрова — это деревья из лесу, а дерево не растет без достаточного тепла и света, даваемого ему Солнцем. Вся ткань дерева — это словно вместилище накопленной солнечной энергии. Уголь же не что иное, как остатки первобытных лесов, произраставших много миллионов лет тому назад,— то есть опять-таки накопленная солнечная энергия.

А водяные двигатели? Тут как будто Солнце не причем: колеса вертит вода. Откуда, однако, берется вода и как она накопляется? Если бы на Земле не было

дождей и снега, все реки давно иссякли бы, а дождь и снег образуются из влаги, поднятой с Земли Солнцем.

Точно так же и ветер возникает от того, что различные части земной поверхности нагреваются неравномерно и тем дают начало движениям воздуха. Итак, вся энергия на Земле происходит от Солнца. Наша мускульная и умственная энергия, в конечном счете, зависит

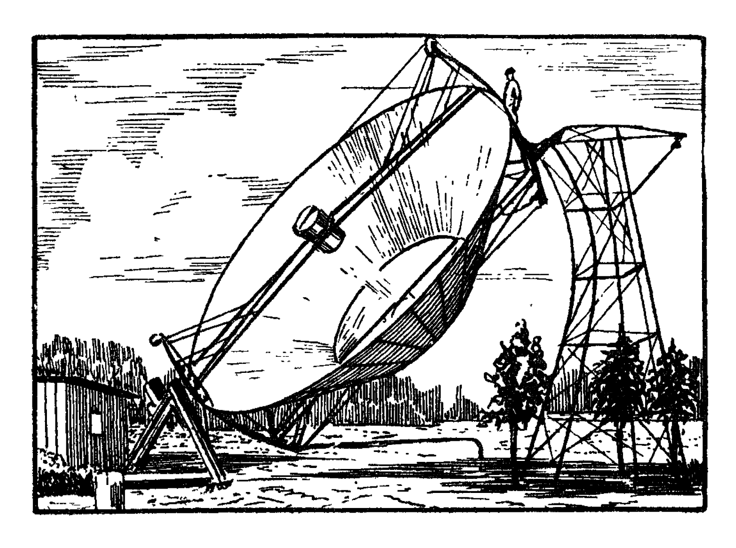


Рис. 5. Один из типов солнечной машины. Изображенный вверху человек дает возможность судить о размерах зеркала, концентрирующего солнечные лучи.

тоже от Солнца: без пищи человек существовать не может, а пища его — та же солнечная энергия, скопленная в клетках животных или растений.

Сколько же тепла дает нам непосредственно само Солнце? В одну секунду Солнце излучает кругом себя такое количество тепла, которое может растопить слой льда в виде столба диаметром в 4 км и протяжением от Земли до Солнца, т. е. 150 миллионов км! А если выразить в свечах силу солнечного света, то получится

1275 с 24 нулями! Из всего этого громадного количества тепла и света Земля получает менее миллиардной части. Но и этого вполне достаточно для поддержания жизни на Земле.

Значительная часть солнечных лучей задерживается атмосферой, — тем больше, чем бо̀льшую толщу воздуха им приходится проходить, т. е. чем ближе Солнце к горизонту. У границ атмосферы каждый кв. см поверхности, перпендикулярной к направлению солнечных лучей, получает за 1 минуту около 2 мал. калорий (калория — количество тепла, которое нагревает 1 г воды на 1° Ц); на поверхности Земли кв. см получает в среднем около 1,3 мал. калории.[1] Когда Солнце в зените, атмосфера поглощает около 30% его излучения, когда оно у горизонта — около 75%. И все-таки Земля за сутки получает больше тепла, чем дает все топливо, сжигаемое человечеством за 1000 лет! Часть земного шара, занятая сушей, получает от Солнца менее чем в год энергию, равную запасу ее в каменном угле всего земного шара.

ПОГАСНЕТ ЛИ СОЛНЦЕ?

Вопрос этот, конечно, имеет для нас очень серьезное значение. Положим, „на наш век хватит“, но человеку сознательному свойственно задумываться о будущем Земли и человечества далеко за пределами нашей ограниченной жизни. В самом деле, не может же Солнце „безнаказанно“ излучать в пространство такие колоссальные количества энергии! Откуда они берутся, как восполняются и на сколько времени их может хватить?

Нельзя сказать, чтоб эти вопросы были в полной мере разрешены, но все же астрономы дают на них пока довольно утешительные ответы. С исторических времен нет никаких указаний на то, чтобы солнечная энергия

[1] Напряжение солнечной радиации измеряется особыми приборами, называемыми актинометрами.

уменьшилась. Как пополняются ее запасы — это иное дело. Если принять гипотезу о том, что теплота Солнца пополняется путем его постепенного сжатия, то оказывается, что запасов теплоты хватило бы не более чем на 15 миллионов лет, — а между тем, согласно исследованиям геологов, даже Земля много старше. Приходится поэтому думать, что энергия Солнца поддерживается иным образом, вернее всего — процессами внутриатомного превращения элементов, а как именно — это пока еще является загадкой.

По мнению астрономов, Солнце имеет шансы дожить до возраста в несколько сотен биллионов лет, если только какая-нибудь звезда не налетит на него случайно и не уничтожит его вместе со всей планетной системой; но такие столкновения крайне маловероятны, хотя теоретически и возможны.

СОЛНЕЧНЫЕ МАШИНЫ

Раз энергия Солнца, получаемая Землей, так велика, отчего бы не использовать его лучи в качестве двигательной силы для машин? Это была бы даровая и практически неистощимая энергия.

Однако, теплоту Солнца можно с выгодой использовать только в таких странах, где небо по большей части безоблачно, иначе у нашей машины будут большие простои. Да и в жарких странах солнечное освещение далеко не постоянно в течение суток. Во-вторых, для получения от Солнца нагревания воды до такой температуры, чтобы ее пар мог приводить в движение паровую машину, нужны по большей части очень громоздкие, широко раскинутые установки.

Чтоб сосредоточить солнечные лучи на котле такой машины, употребляются системы вогнутых зеркал, углы наклона которых меняются соответственно движению Солнца по небу, — для более полного использования его

лучей. И все же получается машина с очень невысоким „коэффициентом полезного действия“, т. е. очень незначительная часть падающей на них энергии превращается в работу.

Тем не менее, солнечные машины работают в некоторых странах, например, в Каире (станция Шумана), в Калифорнии и др. По подсчету известного шведского физика Аррениуса, энергия от станции Шумана обходится примерно в 5 коп. за киловатт-час.[1] В Америке, на горе Вильсон, при обсерватории устроена профессором Абботом „солнечная кухня“, без топлива, обслуживающая всю обсерваторию.

Ряд усовершенствований, внесенных в последнее время в конструкцию солнечных двигателей работами американских и французских ученых, нашего физика проф. Б. П. Вейнберга и других, позволяет надеяться, что полезное действие этих двигателей может быть значительно увеличено. Разве не великолепная перспектива — использовать громадные площади бесплодных жгучих пустынь для установки мощных солнечных двигателей? Учеными рассчитано, что даже 1% солнечной энергии, приходящейся на Сахару, в 10 раз превышает мировую потребность в энергии. Дело, значит, лишь за техническими усовершенствованиями, а это не непреодолимо, Думать же о замене нашего теперешнего топлива другими источниками энергии поневоле приходится, так как, не говоря уже о дровах, даже запасы каменного угля и нефти ограничены, и трудно сказать, на сколько времени их хватит человеку, имея в виду колоссальный рост их потребления.

В плане нашей метеорологической службы имеются специально вопросы „солнечного кадастра“, т. е. иссле-

---

[1] У нас за электрическое освещение берут по 2 коп. за гектоватт-час, т. е. 20 коп. за киловатт-час; Солнце в Каире дает, значит, энергию в 4 раза дешевле.

дования и учета запасов солнечной энергии в нашем Союзе. Этими вопросами занимаются наши „солнечники“ — Н. Н. Калитин, Б. П. Вейнберг и др. Наиболее благоприятными в отношении солнечной энергии являются те части Союза, где Солнце бывает сравнительно редко покрыто облаками, — по преимуществу наши среднеазиатские республики с их сухим и жарким климатом. Именно там проф. Вейнбергом и рядом местных работников устроены первые солнечные силовые установки.

Выдающийся интерес представляют работы К. Г. Трофимова в Ташкенте: им построены баня, прачечная, водоподъемник, опреснитель и др. установки, действующие исключительно за счет энергии Солнца; некоторые из них используются промышленностью.

ОТЧЕГО МЫ ЗАГОРАЕМ?

Всем известно, что мы загораем от Солнца, но не столь многие знают, что загар вызывается не всеми лучами, испускаемыми Солнцем, а преимущественно теми невидимыми лучами солнечного спектра, которые называются ультрафиолетовыми. Эти лучи, действуя на кожу, образуют в ней особое красящее вещество — пигмент, который в дальнейшем предохраняет клетки организма от более глубокого проникновения этих лучей: избыток их вреден. Если, не будучи привычным, подвергаться действию Солнца чрезмерно долго, можно получить очень серьезные ожоги, а иногда и более опасные расстройства здоровья. Это надо помнить всем, кто, попав летом на юг, начинает увлекаться солнечными ваннами.

Загореть и обжечься можно, впрочем, не только на юге, но и в более высоких широтах и даже на крайнем севере. Летом Солнце стоит там достаточно высоко, а прозрачность воздуха, лишенного пыли, позволяет сравнительно легко проникать солнечным лучам, в том числе

и ультрафиолетовым. Мы привыкли думать, что полюс получает очень мало солнечного тепла и света в сравнении с экваториальными областями. Но „полярная ночь“ и низкое стояние Солнца над горизонтом в значительной степени уравновешивается долгим „полярным днем“ с незаходящим Солнцем. В среднем за год полюс, как оказывается по подсчетам, получает 41 % солнечной энергии, получаемой экватором; не так уж мало! А во время летнего солнцестояния северный полюс получает на 36% *больше* солнечного тепла, чем экватор.[1] Не приходится удивляться, что там можно и загореть; это и испытывали на себе многие полярные исследователи.

СТЕКЛО ЖИЗНИ

Опасности получить ожоги от Солнца подвергаются также путешественники на высоких горах, где разреженный и чистый воздух легко пропускает солнечные лучи. Зато в комнате, при закрытых окнах, загореть невозможно: оконные стекла совершенно не пропускают как раз тех ультрафиолетовых лучей, от которых зависит загар. А так как ультрафиолетовые лучи в небольшом количестве бесспорно полезны для организма, возбуждая его жизнедеятельность, то изобретатели давно стремились найти такой состав стекла, чтоб оно пропускало эти лучи. Кварц обладает этим свойством; отсюда лечебное действие кварцевых ламп; но этот минерал слишком дорог. В последнее время немцам удалось изобрести дешевое стекло, названное „стеклом жизни“; делают его теперь и у нас. В комнате с такими окнами и даже при электрической лампочке из такого стекла можно загореть дома не хуже, чем на открытом воздухе. Врачи, однако, не советуют чрезмерно увлекаться этим стеклом, так как

[1] Правда, здесь не принимается во внимание поглощение лучей в атмосфере, но все же за короткое лето полярные области получают весьма большое количество тепла.

слишком широкое его распространение, подвергая человека очень длительному воздействию ультрафиолетовых лучей, может дать больше вреда, чем пользы.

ГДЕ ТЕПЛЕЕ: БЛИЖЕ К ЗЕМЛЕ ИЛИ К СОЛНЦУ?

Всякий скажет, что чем ближе к Солнцу, тем должно быть теплее. Конечно, если б мы могли приблизиться вплотную к Солнцу, нам стало бы не только тепло, а, пожалуй, и очень жарко, так как температура даже внешних слоев Солнца исчисляется примерно в 6000 градусов. Но если не предпринимать таких грандиозных путешествий, а оставаться в пределах нашей земной атмосферы, то окажется, что чем дальше мы удаляемся от поверхности Земли, тем становится холоднее. Это хорошо знают туристы, поднимающиеся на высокие горы, а также авиаторы, которые при полете надевают даже летом теплую одежду в расчете на холодные верхние слои воздуха.

В чем же тут дело? В том, что для Земли и ближайших к ней слоев воздуха главнейшим источником тепла служит не непосредственно само Солнце, а уже нагретая им земная поверхность, которая играет роль как бы печки. От нее ближайшие слои воздуха нагреваются путем передачи от частицы к частице — теплопроводностью — а также и от того, что теплый воздух становится легче и вытесняется вверх более холодным („конвекция“). Большое значение имеет также „турбулентность“ или беспорядочные движения воздушных частиц вверх и вниз под влиянием как различного нагревания соседних участков, так и неровностей земной поверхности. Эти движения иногда можно видеть непосредственно глазом в теплые солнечные дни, когда воздух у земли словно дрожит и струится и очертания предметов у горизонта кажутся размытыми.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ВЫСОКИЕ СЛОИ АТМОСФЕРЫ

ЧТО ДЕЛАЕТСЯ В ВЫСОКИХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ?

Как же далеко простирается нагревание от земной поверхности? И каких температур надо ожидать в верхних слоях атмосферы?

Вопрос этот, естественно, давно интересовал ученых, и первым шагом к его разрешению были измерения температуры при полетах на воздушных шарах. Наибольшая высота на воздушном шаре была достигнута в июле 1901 г. метеорологами Берсоном и Зюрингом: 10 800 м, где они отметили температуру около минус 40°. В 1931 и 1932 г. этот рекорд был значительно превышен проф. Пикаром, а в 1933 году полетом советского стратостата „СССР" и в 1934 — стратостата „Осоавиахим I". Эти полеты описаны дальше.

Подъем на воздушном шаре, однако, дело сложное, и поскольку человек стремится всюду, где можно, заменить себя машиной, так и здесь возникла мысль отправить в неведомые высоты прибор, который сам записал бы температуру воздуха.

Мысль о таких подъемах была высказана еще Ломоносовым в 1754 г.: он построил „маленькую машинку, которая бы вверх поднимала термометры и другие малые инструменты метеорологические".

И в протоколе заседания Академии Наук от 1 июля этого года говорится: „Ломоносов показывал изобретенную машину, которую он называет аэродромическою. В этой машине при помощи крыльев, приводимых в движение часовой пружиной, нагнетается воздух, и машина поднимается вверх, чтоб при помощи присоединенных к ней метеорологических приборов можно было исследовать состояние верхнего воздуха".

Однако, о дальнейшей судьбе этой машины и о полученных с ее помощью результатах до нас ничего не дошло.

Практическое осуществление научных подъемов на шарах, о которых дальше будет сказано подробнее, принадлежит французам—Эрмиту и Безансону (1893), но систематические исследования этим путем были произведены лишь в 1899—1902 гг. французом Тейссерен-де-Бором и немцем Ассманом. Их по справедливости и можно назвать „отцами аэрологии"—науки о верхних слоях атмосферы. Они применяли небольшие шары из бумаги или материи, наполнявшейся водородом; привязанный к ним легкий прибор записывал во все время полета температуру и давление воздуха, а затем, когда шар лопался, спускался на особом парашюте. Впоследствии стали делать шары из резины, что гораздо удобнее.

Ряд подобных подъемов в различных странах обнаружил неожиданный факт: оказалось, что температура падает лишь до высоты 10—12 км, где достигает примерно минус 55°, а дальше, сколько ни поднимались (в отдельных случаях шары достигали высоты 36 км), температура остается почти постоянной или даже слегка повышается.

Это показалось вначале настолько удивительным, что метеорологи склонны были приписать такой результат ошибкам приборов; но так как все подъемы, когда бы и где бы их ни делали, давали примерно все

тот же результат, пришлось признать его реальным. Это явление получило название „верхней инверсии" (обра-

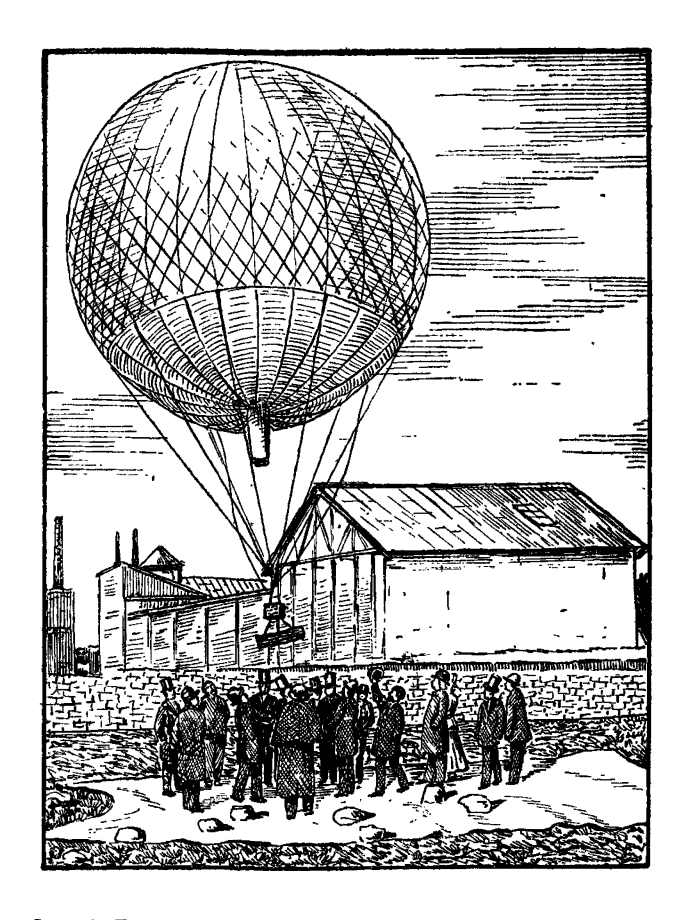


Рис. 6. Первый подъем большого шара-зонда („Аэрофил") во Франции. (Со старинного рисунка)

щения) температуры: вместо падения — повышение. Вскоре ученые нашли и теоретическое его объяснение: вследствие равновесия между лучистой энергией,

идущей от Солнца, и энергией, излучаемой обратно в пространство от Земли, на некоторой высоте должен образоваться слой постоянной температуры.

В настоящее время вполне установлено, что наша атмосфера состоит из двух областей. Нижняя простирается от поверхности Земли примерно до 10—12 км и носит название „тропосферы“. В ней происходят непрерывные подъемы и опускания воздушных масс, образуются облака, дожди, вихри; вообще это неспокойная и неустойчивая зона. В сравнении с размерами Земли слой этот чрезвычайно мал: если изобразить земной шар окружностью диаметром 10 см, то толщина самой линии этой окружности — примерно 0,1 мм — будет отвечать толщине тропосферы. И однако, этот слой играет наиболее значительную роль в земной погоде.

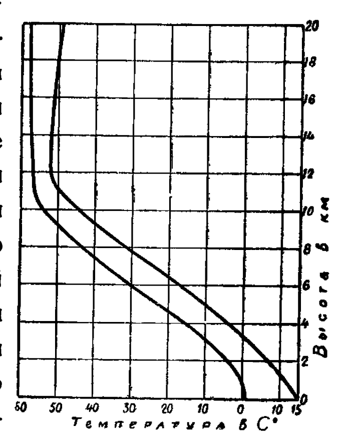


Рис. 7. Кривые, изображающие изменение температуры с высотой в свободной атмосфере зимой (левая кривая) и летом (правая). Перегиб кривой показывает конец тропосферы и начало стратосферы, которое летом лежит несколько выше, чем зимой.

Как показывают наблюдения, в тропосфере температура падает примерно на 0°,5 – 0°,7 при поднятии на каждые 100 м (летом несколько больше, чем зимой) и у границы тропосферы достигает минус 50—60° Ц. Граница эта у экватора выше, чем над полюсами, и температура у границы там ниже, чем в более высоких широтах. Для средних широт тропосфера кончается на высоте около 10—11 км, и температура на ее границе составляет около минус 55°; наблюдения же над озером Виктория Ньянца (в экваториальной Африке) показали, что

тропосфера кончается там на высоте около 16 км с предельной температурой около минус 80°.

Выше тропосферы лежит слой, где температура почти не меняется; там, повидимому, уже нет никаких восходящих или нисходящих движений воздуха, остаются одни горизонтальные перемещения; эта сфера носит название „стратосферы". Она исследована очень мало, и где она кончается,— неизвестно. Самый высокий шар, поднимавшийся до высоты около 36 км, обнаружил до самого конца все ту же температуру, что и при начале стратосферы. Теоретические выводы различных ученых также расходятся в этом вопросе. Одни считают, что с некоторой высоты опять начинается падение температуры и на высоте 80 км она уже ниже—100°. Другие предполагают, что в верхних слоях начинается возрастание температуры, и в результате она доходит до очень высоких значений. Кто прав,— пока неизвестно. Неизвестен и состав воздуха на больших высотах, если вообще то, что там имеется, можно назвать „воздухом" в привычном для нас смысле: даже на высоте 40 км он разрежен почти в тысячу раз по сравнению с воздухом близ поверхности Земли.

ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ ВОЗДУХ НА ОЧЕНЬ БОЛЬШИХ ВЫСОТАХ?

До высот, доступных человеку, воздух имеет примерно один и тот же состав: 79 частей азота, около 21 части кислорода и незначительные примеси углекислоты, аргона, гелия и водорода. Каждый из газов ведет себя так, как если бы он был один и составлял свою особую атмосферу. С удалением от Земли уменьшается и давление каждого из газов; причем чем тяжелее газ, тем его давление с высотой падает быстрее, так как его больше остается внизу. Поэтому чем выше, тем меньше воздух должен содержать тяжелых газов — кислорода, азота —

и больше легких — водорода и гелия. Сколько именно и на какой высоте,— можно рассчитать по содержанию каждого газа в нижних слоях; но это дело очень тонкое, и для тех газов, которых у Земли весьма мало, малейшая ошибка в определении их количества внизу даст значительную разницу наверху. Поэтому различные метеорологи получили неодинаковые схемы состава воздуха на высоте. Здесь приведена одна из позднейших по времени схем — схема Гемфриса.

ЧТО ГОВОРЯТ ПУШКИ О СТРОЕНИИ АТМОСФЕРЫ?

Оказывается, пушки могут сказать в этом вопросе довольно веское слово. При очень сильной орудийной пальбе (или при взрывах) замечено, что гул от них бывает слышен на некоторое расстояние от места стрельбы, дальше он не слышен, а еще дальше—примерно на 100 км— опять слышен. Отчего получается такая „зона молчания"? Естественно было предположить, что вторичное появление звука вызвано отражением звуковых волн от границы между слоями воздуха различной плотности. Расчет показывает, что такая граница должна лежать на высоте около 70 км. Эта высота примерно отвечает высоте водородной сферы, теоретически вычисленной Гемфрисом.

Любопытно, что на ту же высоту указывают и наблюдения над светом неба во время сумерек. Если в ясный вечер мы будем внимательно наблюдать небо после захода Солнца, то заметим, что оно темнеет не постепенно, а как бы скачками; происходит словно опускание за горизонт нескольких последовательных светлых дуг. Первая дуга скрывается тогда, когда Солнце опустилось на 8° ниже горизонта. Вычисление показывает, что это соответствует отражению лучей Солнца от слоя, лежащего около 11 км над Землей: это — граница стратосферы. Вторая более слабая дуга исчезает при

опускании Солнца на 17° ниже горизонта; высота этого отражающего слоя определяется примерно в 74 км; очевидно, это — предполагаемый слой водорода, о котором свидетельствуют и пушки. Есть еще третья, очень слабая дуга, момент исчезновения которой отвечает еще какому-то слою на высоте около 200 км. После этого сумерки кончаются, наступает ночь. Все это можно видеть и утром, до восхода Солнца, но в обратном порядке.

СЕВЕРНЫЕ СИЯНИЯ И ТАИНСТВЕННАЯ ЗЕЛЕНАЯ ЛИНИЯ

Полярные сияния, эта великолепная небесная иллюминация, о которой у нас еще будет речь ниже,—представляют собою в грандиозном масштабе подобие того свечения, какое мы наблюдаем в Круксовых трубках при прохождении через них электрического тока. В этих трубках воздух чрезвычайно разрежен, примерно так же, как в высоких слоях атмосферы. В последнее время удалось получить фотографии различных видов северных сияний; снимая одно и то же сияние с двух станций, расстояние между которыми известно, норвежский ученый К. Штермер определил их высоту. Оказалось, что сияния разыгрываются на громадных высотах от 90 км до 700 км. Значит, еще и на 700 км есть следы какого-то газа, потому что в пустоте свечения быть не может. Что же это за газ?

В спектре северных сияний открыта особая зеленая линия, которой нет в спектре ни одного из известных на земле элементов. Об ее происхождении физики до сих пор ломают себе голову. Германский метеоролог А. Вегенер высказал догадку, что самые высокие слои атмосферы состоят из очень легкого газа „геокорония“ („гео“—земля), опираясь на то, что подобная же зеленая линия встречается в спектре солнечной короны Норвежец

Вегард предположил, что таинственная линия принадлежит кристаллическому азоту, носящемуся в пространстве в крайне распыленном состоянии. Действительно, в лаборатории ему удалось получить кристаллический азот, спектр которого давал похожую зеленую линию. Но обе теории встречают очень серьезные возражения, и вопрос о зеленой линии и вообще о составе воздуха на этих громадных высотах надо пока считать открытым. Самые последние работы заставляют скорее всего предполагать, что зеленая линия принадлежит кислороду, атомы которого переходят в особое состояние под влиянием ультрафиолетовых лучей Солнца.

АТМОСФЕРНАЯ ШИРМА ОТ СОЛНЕЧНЫХ УДАРОВ

Недавно исследованиями французских ученых установлено, что на высоте 35—40 км в атмосфере лежит слой озона, крайне разреженный, но имеющий для обитателей Земли весьма большое значение. Полагают, что этот слой задерживает излучения Солнца, которые вредны и даже могут быть смертельны для живых организмов. Иногда этот слой озона меняет свою плотность. Н которые ученые тот факт, что солнечные удары в жарких местностях иногда особенно учащаются, объясняют такими колебаниями плотности, а следовательно, и проницаемости для излучений Солнца.

В 1929 г. собралась в Париже международная конференция по исследованиям озона в атмосфере. Оказывается, что распределение озона различно в различное время года и при различных условиях погоды, но причины этого пока не выяснены.

В СТРАТОСФЕРУ НА РАКЕТЕ

Вот как много интересного кроется в высоких слоях атмосферы: целый ряд загадок, разрешение которых

стоит на очереди. Только туда не легко пробраться. В последнее время Гемфрис предложил такую идею прибора для определения состава воздуха на очень больших высотах: выпускается ракета с герметически закрытой трубкой в своей головной части; трубка изолирована от окружающего воздуха (из нее воздух по возможности выкачан) и окружена водой или льдом. Когда ракета достигает наибольшей высоты, конец трубки автоматически обламывается, в нее входит внешний воздух, и трубка опять автоматически запаивается. В этот же момент ракета дает световой сигнал, позволяющий с поверхности Земли определить ее высоту. Если бы проект Гемфриса удалось осуществить, мы имели бы пробу воздуха, взятую с определенной высоты. Тейссерен-де-Бору удавалось брать такие пробы при помощи приборов, поднимавшихся на шарах, но ракета позволит взять их с таких высот, куда шары не достигают.

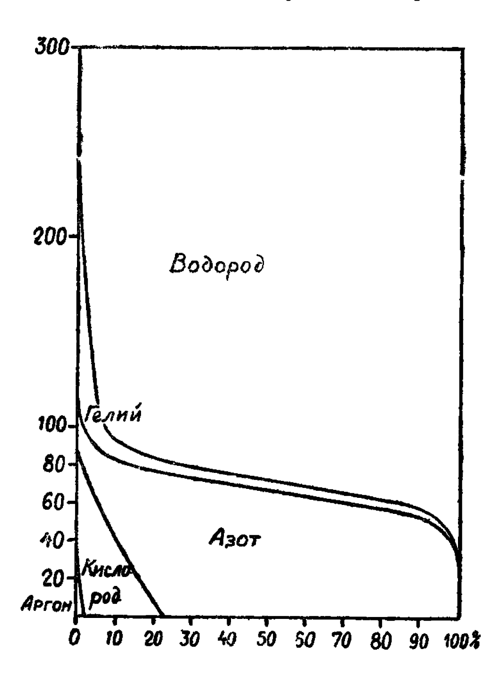


Рис. 8. Схема строения атмосферы по Гемфрису. До высоты 60 км состав воздуха почти не меняется. Между 60 и 80 км количество азота резко падает, уступая место водороду и гелию. Выше 200 км — водородная атмосфера.

Конечно, осуществление такого проекта связано с целым рядом технических трудностей, но они безусловно

преодолимы. И если надеются со временем осуществить межпланетные перелеты на ракете, то проникнуть на ракете в стратосферу, а тем более пустить туда ракету без пассажиров — вероятно, дело уже недалекого будущего.

В СТРАТОСФЕРУ НА ВОЗДУШНОМ ШАРЕ

Как бы хорошо ни выполнила свою задачу ракета, все же человек лучше проведет наблюдения! И вот нашелся ученый, который решился на смелый полет в недоступные до сих пор слои атмосферы. Это брюссельский профессор Пикар, швейцарец по происхождению, имя которого, благодаря его полету, получило мировую известность.

Несмотря на тщательно обдуманный план этой воздушной экспедиции, первые попытки полета в 1930 г. окончились неудачей. Но вот, 27 мая 1931 г. Пикар с ассистентом-физиком Кипфером вновь поднялись из Аугсбурга (в Германии) на специальном аэростате емкостью в 14000 куб. м. У земли он был раздут лишь на $^1/_6$ своего объема; поднимаясь, он постепенно должен был все более приближаться к шарообразной форме, и на высоте 15 км диаметр его должен был дойти до 30 м! Сами путешественники сидели в алюминиевом шаре, который был закрыт герметически, и таким образом им обеспечивался запас воздуха нормального состава и давления, необходимый для человека. Эта кабина была окрашена в черный цвет, чтоб ее поверхность поглощала солнечные лучи и благодаря этому нагревалась.

Шар поднялся необычайно быстро и уже через 20 минут достиг высоты почти 16 км — подъем совершался с громадной скоростью, около 9 м/с. От столь быстрого подъема и начального толчка произошла авария с некоторыми приборами и было повреждено приспособление для маневрирования. Из-за этого смелые воздухоплава-

тели были вынуждены оставаться на высоте 16 км в течение 16 часов, что в виду ограниченного запаса воздуха в кабине грозило им удушьем. К тому же „отопление" солнечными лучами оказалось столь сильным, что, несмотря на низкую температуру (около —55°) окружающего воздуха, в кабине получилась температура до +40°. В конце концов воздухоплавателям удалось благополучно спуститься уже поздно вечером, в горах, на поверхности ледника близ деревушки Гургль (Тироль).

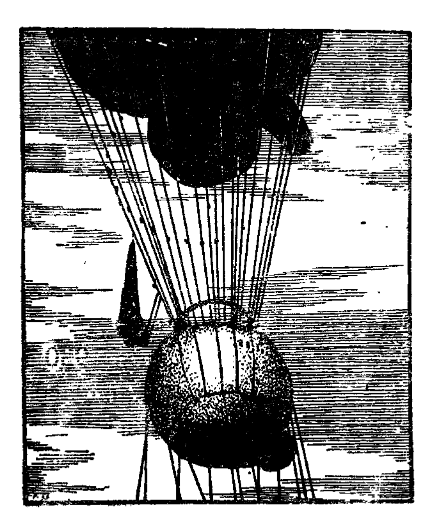


Рис. 9. Стратостат Пикара.

Сенсация, произведенная этим полетом, была грандиозна. В маленькую тирольскую деревушку наехало столько корресподентов и прочей публики, что оказалось невозможным их прокормить и пришлось посылать за продовольствием в Инсбрук! Пикар, однако, хотя и достиг высоты, на которой до того еще не бывал ни один человек, остался недоволен результатами полета, так как ряд задуманных им наблюдений не удался из-за порчи приборов и невозможности регулировать высоту шара; он тут же решил повторить свое смелое предприятие.

ЛУЧИ ИЗ НЕВЕДОМЫХ ПРОСТРАНСТВ

Основной задачей Пикара было изучение „космических лучей". Дело в том, что воздух обладает известной радиоактивностью, источником которой служат, ка-

валось бы, радиоактивные вещества почвы. Однако подъемы на аэростатах на сравнительно небольшие высоты обнаружили, что радиоактивность воздуха не уменьшается, а увеличивается по мере поднятия над Землей. Это означает, что есть и иные источники радиоактивности, помимо земных; может быть, они находятся на Солнце, может быть где-то еще дальше, на звездах, в глубинах мирового пространства. Усилия ученых различных стран направлены к выяснению происхождения этих „космических лучей", проникающих через толщу атмосферы на земную поверхность. С высотой влияние атмосферного поглощения становится все меньше: на высоте 16 км над наблюдателем остается всего только $^1/_{10}$ всей массы атмосферы, а подъем в еще более высокие слои дал бы возможность изучать космические лучи в еще более „чистом" виде. Понятно поэтому стремление ученых достичь возможно большей высоты.

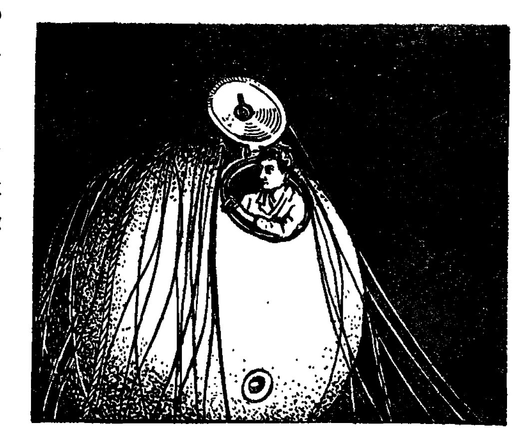


Рис. 10. Гондола стратостата Пикара.

ВТОРОЙ ПОЛЕТ НА ШАРЕ В СТРАТОСФЕРУ

Пикар вторично поднялся на том же шаре в стратосферу 18 августа 1932 г. с Цюрихского аэродрома; спутником его на этот раз был д-р Козинс. Пикар принял ряд предосторожностей, чтоб подъем произошел не так быстро, и регулирование высоты шара было обеспечено. На этот раз ему удалось подняться на 500 м выше; эта

высота—16 500 м—была достигнута примерно через 7 часов после вылета шара. Вечером того же дня шар благополучно спустился в Италии. Интересно заметить, что, наученный предыдущим опытом чрезмерного „отопления“ кабины, Пикар теперь окрасил ее в белый цвет. Теперь она не поглощала, а отражала солнечные лучи, и температура в ней упала до —15°, так что на этот раз воздухоплаватели мерзли. Пикар резонно замечает по этому поводу, что следовало выкрасить кабину в серый цвет.

ВПЕЧАТЛЕНИЯ ПРИ ПОЛЕТЕ В СТРАТОСФЕРУ

Вот несколько выдержек из дневника Пикара во время полета и из его статьи, перевод которой был напечатан в „Известиях“ осенью 1932 г.

„5 часов 45 м. Давление 257 мм. Через две минуты шар, почти принявший сферическую форму, достигает 8500 м — высоты Эвереста. Внутри кабины образуется легкий белый налет... Вследствие наружного холода кабина быстро покрылась внутри слоем великолепного инея.

7 ч. 11 м. Давление 93 мм. Температура на полу кабины —5°, на высоте головы человека +1°. Кабина сверкает, как хрустальный грот; свисают тонкие ледяные иглы, сталактиты...

10 ч. 36 м. Давление 73 мм. Небо имеет цвет не синий, а средний между темно-лиловым и аспидно-серым.

12 ч. 13 м. Высота около 16 500 м. Клапан открыт, чтоб возможно скорее спуститься в Италии. Спуск начался“.

„Мы научились отмечать на карте необитаемое небесное пространство, которое раньше или позже должно стать „стратосферными путями“ сообщения и транспорта, как старинные мореплаватели учились отмечать на мор-

ских картах неоткрытые моря... Мой последний полет доказал, что полеты в стратосферу могут производиться без всякой опасности. Управление аэростатом не оставляло желать лучшего. Мы убедились, что посеребренная гондола так же мало желательна, как и черная. В последней мы страдали год назад от жары. На этот раз мы должны были выносить мороз в —15°, тогда как термометр с наружной стороны гондолы стоял между —50° и —60°".

ЧТО ЖЕ ТАКОЕ КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ?

Об этом втором своем полете Пикар пишет:

„Хотя наша работа над произведенными мною и Козинсом наблюдениями еще не закончена, мы уже обладаем достаточными знаниями, чтоб открыто признать, что до сих пор ничего еще нельзя считать установленным и космические лучи продолжают ревниво охранять свою тайну. Понадобится еще произвести многочисленные экспедиции на воздушном шаре, в частности, по крайней мере один успешный подъем в полярной области, где могут быть произведены наблюдения над действием магнитных волн... Каковы бы ни были наши будущие открытия, можно с уверенностью сказать, что в скором будущем мы сделаем крупный шаг вперед.

Объяснение природы космических лучей будет, быть может, иметь значение и для практического технического прогресса, что в первую очередь должно заинтересовать читателя. Я думаю — бодрствуя, а не во сне, — о дешевой энергии будущих дней, о раздроблении бесконечной энергии атомов и молекул, находящихся повсюду вокруг нас. Хотя осуществление этих возможностей и может стать делом будущих поколений, они уже не являются мечтой, но занимают место среди реально осуществимых задач физики".

ШТУРМ СТРАТОСФЕРЫ

Исследование стратосферы представляет громадный практический интерес и помимо космических лучей. Ввиду отсутствия вертикальных течений, в виду ничтожной плотности воздуха, высокие слои атмосферы представляют заманчивый путь для воздушного транспорта; интересуется ими и артиллерия, так как сопротивление летящему снаряду сводится там к минимуму.

Овладение стратосферой — важная и вполне реальная очередная задача. И новый громадный — почти в $4^1/_2$ километра! — шаг вперед сделан здесь советскими работниками.

СОВЕТСКИЕ СТРАТОСТАТЫ

30 сентября 1933 года — исторический день не только для советского воздухоплавания, для советской науки, но и для мировой науки. В этот день стратостат „СССР" под командой Г. А. Прокофьева, с конструктором инженером Годуновым и пилотом Бирнбаумом поднялся на высоту 19 километров, более чем на 2 километра, побив рекорд Пикара.

Стратостат „СССР" был значительно больше, чем у Пикара: в то время как у стратостата Пикара максимальный объем был около 14000 куб. м, объем „СССР" был 25000 куб. м. Кабина, как и у Пикара, была шарообразная и имела голубую окраску. Как стратостат, так и кабина были построены целиком на советских заводах и из советских материалов.

В отличие от полета Пикара, который был в значительной мере частным предприятием, полет нашего стратостата происходил при самом широком участии общественности и научных работников Ленинграда и Москвы. Нашими метеорологическими учреждениями во главе с Главной геофизической обсерваторией была

проведена громадная работа по постройке специальных приборов для исследования атмосферы на высоте, по исследованию условий погоды с целью выбора наиболее благоприятного времени полета, по организации наблюдений стратостата с земли: последнее было важно для сравнения высоты, полученной приборами на стратостате, с высотой, полученной геометрическим путем. Для опре-

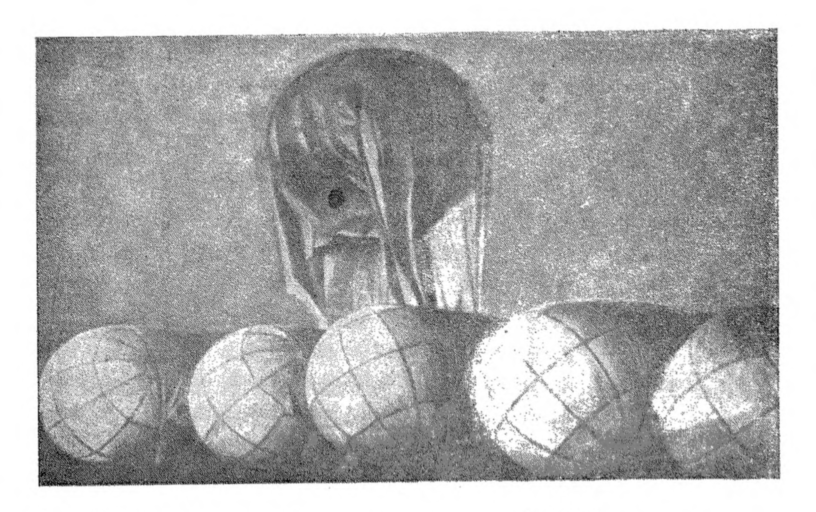


Рис. 11. Наполнение оболочки стратостата „СССР" перед полетом 30 сентября 1933 г.

деления высоты полета была создана специальная комиссия. Приборы для определения высоты были при подъеме запломбированы особыми металлическими пломбами.

Старт стратостата состоялся в 8 ч. 41 м. 30 сентября при великолепной тихой и ясной погоде. Приводим некоторые детали этого исторического полета, заимствованные из газет.

„29 сентября началось ярким солнечным утром. Стих ветер. Погода позволяла начать предварительные работы

по подготовке стратостата „СССР“ к полету. Днем был отдан приказ. На Центральный московский аэродром им. Фрунзе была доставлена огромная оболочка стратостата и все необходимое для старта.

В 2 часа ночи огромные газгольдеры с водородом, каждый вместимостью по 125 куб. м, доставляются на аэродром и устанавливаются на стартовой площадке.

В небольшом здании главной аэрометстанции ВВС идет беспрерывная работа. Научные работники определяют точный режим погоды. В воздух пускаются шары-пилоты, проникающие в стратосферу. Все данные говорят о великолепных метеорологических условиях.

В 6 час. 20 мин. из ангара на поле выносится голубая гондола. Рядом с оболочкой стратостата — два „шара-прыгуна“, которые предназначены для подъема, чтобы иметь возможность осмотреть уже наполненную оболочку.

8 часов утра. Еще 20 минут, и начинается пробное взвешивание всей системы стратостата в воздухе. Через 21 минуту — в 8 ч. 41 мин. — начальник старта тов. Гараканидзе подает команду:

— Отдать кабину!

И, обращаясь к командиру стратостата тов. Прокофьеву, говорит:

— В полете!

— Есть в полете! — отвечает тов. Прокофьев.

Быстро поднимается стратостат „СССР“ в воздух. Уже через 4 минуты стратостат достиг высоты в 3 тыс. метров и поднимался затем со скоростью 2 м в секунду.

В 9 час. 32 мин. стратостат достиг 17 500 м. Наружная температура — 45 град. Скорость подъема около 1 м. Серебристый стратостат виден со всех концов Москвы невооруженным глазом. Огромные толпы людей собираются на улицах и наблюдают за полетом первого



Рис. 12. Оболочка стратостата „СССР“ перед полетом 30 сентября 1933 г.

советского стратостата, который уже через 44 мин. поставил новый мировой рекорд.

Следующая радиограмма, полученная со стратостата в 9 ч. 58 м. и адресованная начальнику военно-воздушных сил РККА тов. Алкснису, гласит:

„Давление 60 мм. По альтиметру высота 17 900. Руководствуюсь вашими указаниями. Привет от первого экипажа стратостата „СССР“. Кислородные приборы работают пока хорошо. Кислорода достаточно. Температура в гондоле +14 град. Солнечная сторона гондолы горячая, теневая — холодная, но не особенно сильно. Сейчас гондола поворачивается, таким образом — разогрев будет со всех сторон“.

Напряжение растет. В небольшой комнате ГАМСа с волнением ждут и прислушиваются к передаваемым со стратостата радиограммам. В 12 ч. 13 м. экипаж стратостата сообщал:

„После израсходования маневренного балласта высота достигнута 18 400. Давление 51 мм ртутного столба. Механизм сбрасывателя балласта работает хорошо. Клапан управления в порядке. Оболочка наполнена полностью. Через апендикс хорошо видна внутренность оболочки около клапана. Приветствуем рабочих заводов „Каучук“ и им. Менжинского, НИИ Резинотреста, Главную геофизическую обсерваторию, Бюро постройки стратостата, как организаторов и строителей стратостата „СССР“. Самочувствие экипажа хорошее“.

В 12 ч. 49 м. принимается новая радиограмма:

„Алкснису, Хрипину. 12 ч. 45 м. Высота 19 км. Давление 50 мм. Радиограммы все приняты. Просим точнее следить за нашей высотой с земли.“

И вслед за этим в 12 ч. 50 м.:

Иду на посадку. Срочно отвечайте, снизились ли мы“.

Стратостат шел на снижение. В район предполагаемой посадки выслали автомобили с научными работни-



Рис. 13. Тов. Прокофьев, командир стратостата „СССР".

ками и представителями советской печати. Несколько аэропланов быстро поднялось с аэродрома и пошло по направлению на Коломну. В 15 ч. 25 м. стратостат находился на высоте 14 км, в 15 ч. 40 м. — 13500 м, в 16 ч. 23 м. — 10 км и быстро шел на снижение.

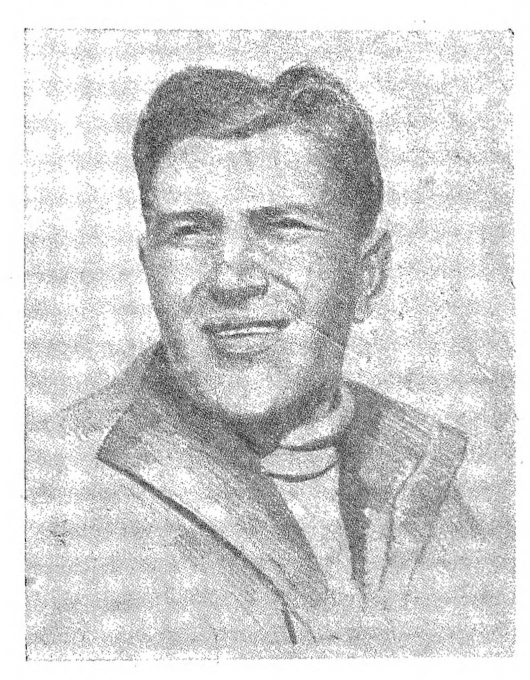


Рис. 14. Тов. Годунов — строитель стратостата „СССР".

Ровно в 17 ч. на расстоянии $^1/_4$ километра от Коломенского завода стратостат опустился на лугу у берега Москвы-реки. Стратостат и оборудование в исправности Экипаж здоров.

После снятия комиссией пломб с приборов, результаты записей были переданы специалистам для обработки. Результаты записей самописцев, регистрировавших давление и температуру, хорошо сошлись с непосредственными наблюдениями по специальным барометру и термометрам. Вполне сошлась и высота, вычисленная на основании этих данных по барометрической формуле, с высотой, определенной помощью точных наблюдений стратостата с земли. Таким образом, одним из важных научных результатов подъема является проверка барометрической формулы.

Другой важный результат: состав воздуха, согласно пробе, взятой с высоты 18 500 м, оказался тот же, что и близ земли. Это, как будто, говорит не в пользу теории о преобладании на больших высотах более легких газов.

Получены также интересные данные по измерениям интенсивности космических лучей, сходные с данными, которые были получены Пикаром.

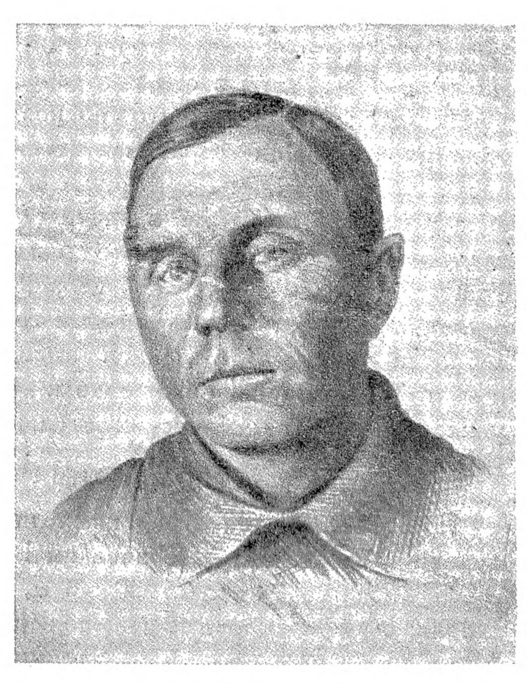


Рис. 15. Тов. Бирнбаум—пилот, третий участник полета стратостата „СССР".

Единичные измерения могут иметь вообще хотя и весьма важное, но все же лишь ориентировочное значение. Необходимо дальнейшее накопление наблюдательного материала с больших высот. Важно, что сейчас мы имеем в руках испытанное орудие для научных наблюдений в виде стратостата; последующие полеты состоятся, вероятно, с участием специалистов-физиков, и сочетание искусного руководства полетом и научной тренировки должно дать еще более богатые результаты. И недалеко, повидимому, время, когда полеты в стратосферу станут столь же обыденным делом, как полеты на аэроплане

в более низких слоях в настоящее время. Но честь и слава бесстрашным пионерам стратосферы!

Что достичь столь большой высоты — дело не такое уж простое, доказывает прежде всего то, что в Америке, признанной технически передовой стране, подъем в стратосферу 20 ноября 1933 г. достиг всего лишь 17700 м — ниже стратостата „СССР“ на 1300 м. Научные результаты этого полета пока неизвестны.

Интересно отметить, что по получении известий об этом полете наши „стратоплаватели“ одни из первых послали американцам свой привет и пожелание дальнейших успехов. Пикар же в значительной мере омрачил славу своего полета тем, что после успеха советских стратоплавателей стал распространять в публичных выступлениях слухи об аварии нашего стратостата, о неверности указанной в печати высоты подъема 19 км, и т. п. Так различно отношение к научным достижениям у нас и в капиталистических странах.

„ОСОАВИАХИМ I“

Построенный ленинградскими инженерами при Осоавиахиме стратостат „Осоавиахим I“ (в общем сходный с „СССР“) имел объем 25000 куб. м, диаметр свыше 35 м. Оболочка стратостата была сшита из прорезиненной алюминированной балонной материи. К стратостату подвешивалась металлическая герметически закрытая гондола шарообразной формы, диам. 2,4 м, вместимостью 7 кбм. Она была целиком сварная и изготовлена из антимагнитной хромоникелевой стали, имела 6 окон и лаз, герметически закрываемый крышкой специальной конструкции. Все управление стратостатом было сосредоточено внутри гондолы. Клапанная веревка была введена в гондолу через трубку со ртутью, предохраняющую от просачивания воздуха из гондолы наружу. Балластом в стратостате „Осоавиахима“ служила мелкая свинцовая

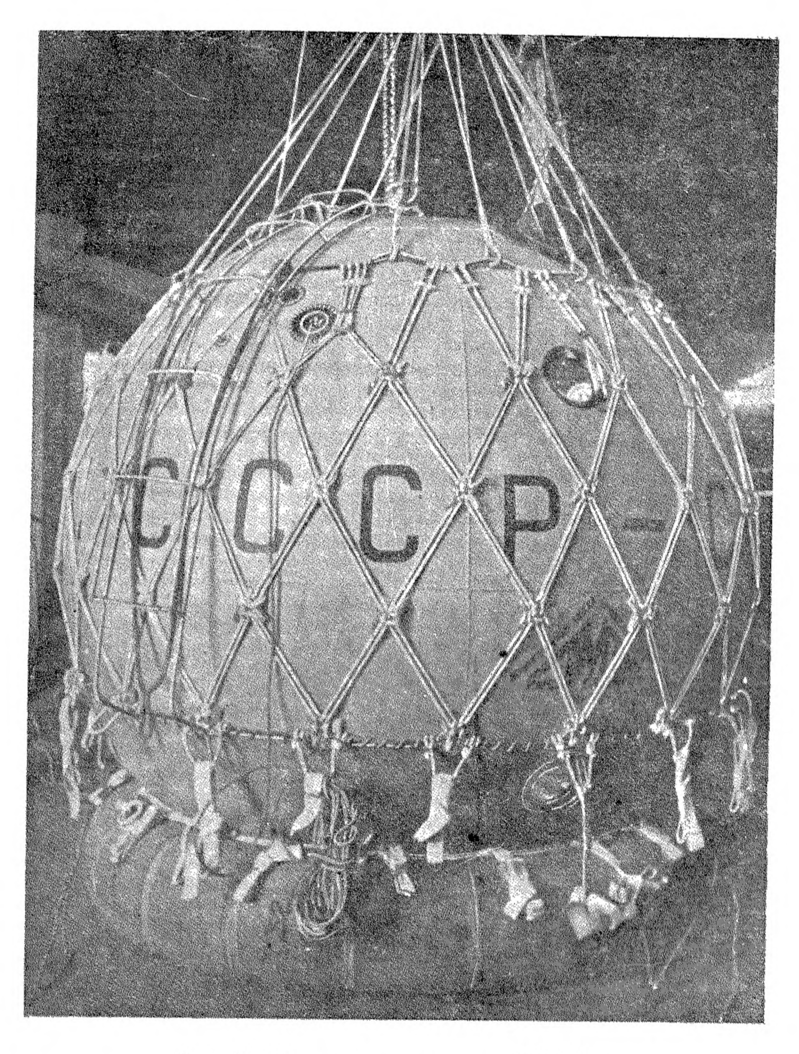


Рис. 16. Гондола стратостата „СССР".

дробь, и для выбрасывания ее в гондоле установлен был специальный выбрасыватель.

Стратоплаватели, как при полете „СССР", так и участники полета „Осоавиахим", прошли под наблюдением врачей и физиологов длительную тренировку. На земле стратостат наполняется водородом всего на 0,1 своего объема; поэтому оболочка сначала напоминает собою грушу, а на большей высоте шар уже раздувается до полного объема, вследствие уменьшения давления. В гондоле стратостата „Осоавиахим" был установлен ряд научных приборов. Специальная камера Вильсона была предназначена для фотографирования путей космических лучей. Полет состоялся 30 января 1934 года и, благополучно достигнув рекордной высоты, при спуске закончился катастрофой, стоившей жизни отважным летчикам. [1]

---

[1] Подробности, касающиеся этого полета, помещены в конце книги.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

КТО ПРИДУМАЛ ТЕРМОМЕТР?

О расширении тел от теплоты знали уже древние греки, но применить это к измерению температуры воздуха и других тел догадался впервые только Галилей. Прибор его состоял из стеклянного шара *C* с тонкой трубкой, которая вставлялась шаром вверх в сосуд *B*, наполненный жидкостью. Перед тем как вставить трубку, шарик слегка нагревался, так что часть воздуха выходила из трубки. Если теперь внести прибор в более холодное помещение, воздух в шаре сожмется и жидкость в трубке поднимется до более высокого уровня *г*; если, напротив, станет теплее, воздух в шаре расширится и уровень жидкости в трубке опустится.

Ясно, что по такому прибору можно судить только о том, теплее ли стало, или холоднее, но насколько именно—измерить нельзя; и сам Галилей назвал прибор „термоскопом", т. е. прибором, показывающим лишь разницу в теплоте, но не дающим меры этой разницы. Кроме того, уровень жидкости в трубке такого прибора зависит не только от температуры, но также и от давления воздуха. Чтобы получить то, что мы сейчас называем *термометром*, нужно было прежде всего разобщить жидкость трубки от наружного воздуха, а затем наметить постоянные точки, от которых и отсчитывать температуры.

Эти необходимые усовершенствования постепенно были сделаны, и уже Гюйгенс (XVII в.), открыв, что вода замерзает и кипит всегда при одних и тех же температурах, предложил взять температуры замерзания и кипения воды за постоянные точки термометра. Фаренгейт в 1724 г. пошел еще дальше, установив, что температура кипения воды зависит от давления воздуха; но так как в то время уже был известен барометр, то принять во внимание давление было нетрудно. Фаренгейт был искусный стеклодув и делал очень хорошие термометры, но за низшую постоянную точку он взял не точку замерзания воды, а наиболее низкую известную ему температуру — именно замерзания смеси воды, соли и нашатыря. Это точку он принял за 0° и промежуток между нею и точкой таяния чистого льда разделил на 32°; таким образом он определил величину градуса. На точке кипения воды у него получилось 212°. В этом виде термометр Фаренгейта до сих пор еще принят в Англии, в ее колониях и в Америке.

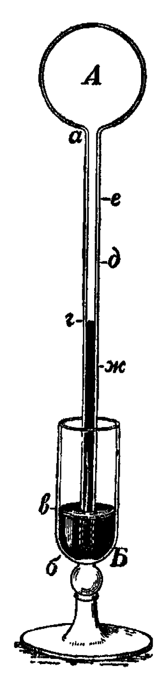


Рис. 17. „Термоскоп“ Галилея.

Распространенный у нас термеметр Реомюра первоначально был изготовлен Реомюром так, что вместо ртути был взят спирт с водой, на точке замерзания воды стояло 1000, на точке кипения — 1080. Впоследствии тысячи были отброшены, и осталось 0° и 80°. Делюк, сохраняя деление на 80 частей, взял вместо спирта ртуть и правильно определил точку кипения (Реомюр не принял во внимание давления воздуха). Наш комнатный термометр вернее было бы поэтому называть термометром Делюка, а не Реомюра.

В метеорологии, как и вообще в науке, принят термометр Цельсия, предложенный шведом Цельсием; в этом термометре промежуток между точкой таяния льда и точкой кипения воды разделен на 100 частей. Им пользуются во всех странах, кроме Англии и Америки, которые даже в научных сочинениях держатся Фаренгейта, несмотря на происходящие от этого неудобства.

Перевод градусов Реомюра в градусы Цельсия и обратно без труда делается в уме. С Фаренгейтом дело обстоит несколько хуже, так как помимо того, что расстояние между постоянными точками поделено у него на 180 частей, его нуль лежит на 32° (его шкалы) ниже, чем у Р и у Ц. Поэтому прежде всего нужно из числа градусов по Ф вычесть 32 и полученное число множить на $\frac{100}{180}$, т. е. на $\frac{5}{9}$, чтобы получить градусы Ц, или на $\frac{80}{180}$, т. е. на $\frac{4}{9}$, чтоб перейти к градусам Р. Это уже не так удобно делать в уме. Существует и более простой прием для перевода градусов Ф в градусы Ц. Вычтя 32° из числа градусов Ф, берут половину полученного числа и прибавляют к ней ее $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ и т. д. части для перевода в градусы Ц, или вычитают $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ и т. д. — для переводов в градусы Р. Например, если нам дано 150°Ф, то, вычитая 32° из 150°, имеем 118; деля пополам, получаем 59°. Далее:

Перевод в Ц	Перевод в Р
59.00	59.00
+5.90	−5.90
+0.59	−0.59
65.49	52.51

Зная десятичные дроби, нетрудно проверить это правило, которое в сущности является лишь другим выра-

жением предыдущего. Оно может пригодиться всякому, кто читает английские сочинения. В переводах столь популярного у нас Джека Лондона можно встретить такие температуры, что только диву даешься; в „сильный мороз“ термометр стоит на нуле, „температура больного 105°“ и т. д., так как переводчик не учел, что американцы считают по Фаренгейту.

СКОЛЬКО СЕГОДНЯ ГРАДУСОВ?

Чтобы ответить на этот вопрос, мы бросаем взгляд на термометр. Однако, термометр может висеть на южной стороне, куда попадает солнце, а может находиться и в тени, на северной стороне, где солнца не бывает; может висеть на окне, выходящем во двор, или же находиться на ветру. Если даже все эти термометры сами по себе показывают правильно, можно сказать заранее что они покажут различную температуру.

Для общежития это не имеет большого значения: нам бывает важно знать, тепло или холодно на улице, в каком платье выходить и т. д.; разница в 2° — 3° не играет здесь роли. Но для измерений научных и точных это уже не годится. Если, например, надо сравнить температуру в двух различных местах, нам важно, чтоб тут и там она измерялась в одинаковых условиях, иначе мы не узнаем, чему приписать разницу в температурах. Точность метеорологических измерений доходит до десятой доли градуса. Поэтому принято, чтобы всюду, где температура измеряется для научных целей, термометры помещались определенным образом. Их помещают в особые деревянные будки с дверцами, открывающимися *на север*. Стенки будок делаются в виде жалюзи и красятся белой краской; в них может свободно проходить воздух, но солнце не может непосредственно нагревать ни термометр, ни будку. Термометр в будке должен находиться на высоте двух метров от земной поверхности.

Такая установка принята во всех странах, чтоб обеспечить сравнимость наблюдений между собою; эта высота выбрана потому, что здесь температура воздуха уже более или менее свободна от искажающих влияний земной поверхности.

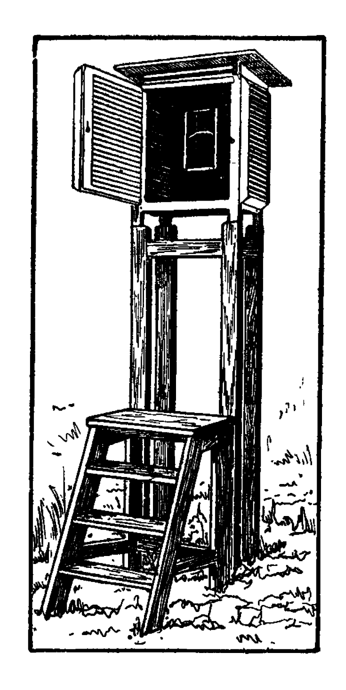


Рис. 18. Метеорологическая будка английского типа, принятая на станциях СССР. Внутри видны термометры и гигрометр.

В общежитии часто приходится слышать: „сегодня на солнце столько-то градусов". И мало кто отдает себе отчет, что это выражение, в сущности, не имеет смысла. Если температура в тени, в зависимости от положения термометра, колеблется на 2—3 градуса, то на солнце трудно даже указать пределы, в которых меняется температура в зависимости от того, как помещены термометры, под каким углом на них падают лучи Солнца, какие предметы находятся вблизи них и т. п. В одном и том же месте в одно и то же время два термометра, оба „на солнце", могут дать совершенно различные показания. Под температурой в метеорологии всегда разумеется температура *в тени*, если дело не идет о каких-нибудь специальных наблюдениях при особых установках.

НОРМАЛЬНЫЕ, СРЕДНИЕ И КРАЙНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Часто мы слышим, как говорят: „температура ниже нормы" или „выше нормы". Если в любой день посмотрим на бюллетень Главной геофизической обсерва-

тории в Ленинграде, то найдем там для этого дня „нормальную температуру с 1743 г.“. Что же это за *нормальная* температура?

Это—не что иное, как арифметическое среднее из температур этого дня, взятых за много лет наблюдений,—в данном случае с 1743 г. до текущего. Метеорологические наблюдения на станциях делаются обычно три раза в сутки: в 7 ч. утра, в 1 час дня и в 9 ч. вечера по *местному* времени. Средняя из этих трех величин называется „*средней* суточной температурой за данный день“.[1] И вот если мы хотим знать *нормальну* температуру, например, для 15 января, мы берем все такие средние суточные температуры для 15 января в 1743, 1744 году и т. д. до последнего года, складываем и делим на число лет. Это и будет „нормальная“ суточная температура для 15 января.

Но не всякую среднюю температуру можно назвать нормальной. Это право она получает только тогда, когда выведена из большого числа лет наблюдений. Если мы взяли всего два года, взятые из них средние могут случайно дать слишком высокую или слишком низкую температуру, а не ту, которая характеризует Ленинград. Чем больше лет мы берем, тем меньше вероятности, что на среднее влияют с л у ч а й н ы е отклонения. Сколько именно лет надо взять, чтобы получилась в среднем надежная величина (с точностью до десятой градуса, обычно принятой в метеорологии),—позволяет вычислить особая математическая наука—теория вероятностей.

Означает ли нормальная температура ту, которая чаще всего встречается в этот день? Или ту, которая должна наблюдаться в этот день? Ни ту, ни другую.

---

[1] Точнее, для вывода средней суточной надо было бы взять среднюю величину из 24 наблюдении за каждый час, но наблюдать 24 часа под яд—очень трудно, а потому берут среднюю из 3-х рочных температур, мало от нее отличающуюся.

„нормальная" не есть вообще какая-либо реальная температура, а просто некоторая *условная* величина, которая, строго говоря, никогда и не наблюдается; конечно, может оказаться, что в каком-нибудь году 15 января температура равна многолетней средней для этого дня,—но это чистая случайность. Однако, какое то значение эта нормальная температура имеет: если возьмем средние за один и тот же день года для Ленинграда и для Ялты, то, конечно, для Ленинграда получится температура значительно ниже. Следовательно, нормальная температура характеризует температуру каждой местности. Но значение ее в метеорологии отнюдь не такое, как, например, значение нормальной температуры человеческого тела в медицине: у человека всегда нормальная температура около 37 Ц, и отклонение ее на несколько десятых градуса от нормальной уже указывает на что-то неблагополучное в организме. В метеорологии же температуры могут отклоняться от нормы в очень широких пределах. Если однако взять все отклонения температур, которые наблюдались в отдельные годы, со знаком плюс (температура выше нормы) и со знаком минус (ниже нормы), то сумма всех этих отклонений равна нулю.

Мы говорили о нормальной температуре *дня*; совершенно так же берутся и нормальные температуры каждого *месяца* и целого *года*. Чем больше период, за который взяты средние, тем меньше бывают случайные отклонения для каждого отдельного года. Температура каждого дня в одном и в другом году может различаться очень значительно, до 10°—15° и больше; средняя температура *месяца*,—например, января или июля,—тоже может разниться для отдельных лет, но уже заметно меньше; а средняя температура целого *года* обычно отличается от средней температуры другого года всего на какие-нибудь десятые доли градуса. Для вывода надежных нормальных *суточных* величин нужно поэтому

очень много лет, а для вывода нормальных *годовых* — гораздо меньше.

Как много лет нужно для получения нормальной температуры данного дня, видно из изображенной здесь кривой. На ней нанесены все средние температуры каждого дня для Ленинграда за 118 лет, с 1743 по 1860 год. Сплошная кривая представляет теоретический ход температуры для Ленинграда вне зависимости от отдельных случайных влияний. Здесь видно, насколько истинная кривая, следуя в общем ходу теоретической, отклоняется от нее отдельными зигзагами. И это за 118 лет! А если бы было взято всего десять лет, зигзаги были бы еще больше. Отсюда ясно, какое большое значение имеют долголетние наблюдения на одной и той же станции.

Для характеристики температурных условий места, средних температур, очевидно, мало. Положим, в одном месте очень жаркое лето и очень холодная зима, в другом—умеренное лето и умеренно холодная зима. Годовые средние этих двух мест могут оказаться довольно близкими друг к другу, хотя условия тут и там совершенно различны. Суточные средние могут также быть примерно одинаковы в двух местах, но в одном из них температуры дня и ночи резко отличаются друг от друга, в другом— не дают больших разностей. Поэтому кроме средних очень важно знать еще и крайние пределы, в которых могут меняться температуры.

С одними средними вообще надо обращаться осторожно, помня, что это величины *условные*. Вы знаете, что тень, отбрасываемая Землею, *в среднем* короче, чем расстояние от Земли до Луны? Поэтому, если рассуждать „в среднем", пришлось бы сказать, что лунных затмений быть не может. Мы знаем, однако, что они бывают,—потому что в крайних своих значениях тень Земли длиннее расстояния до Луны.

Рассказывают об одном математически настроенном охотнике, который утверждал, что убил зайца, так как один заряд пролетел вправо от зайца, другой на таком

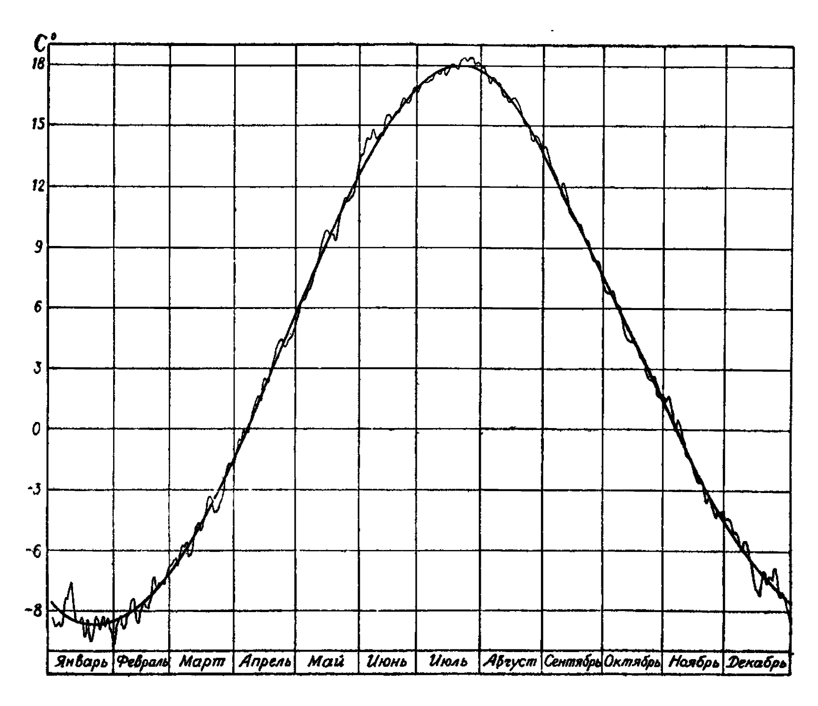


Рис. 19. Теоретический годовой ход температуры в Ленинграде (плавная кривая) и то, что дают наблюдения для каждого дня за 118 лет (зигзагообразная кривая).

же расстоянии влево; в *среднем*, стало быть, он попал прямо в зайца.

ГДЕ НА ЗЕМЛЕ ВСЕГО ТЕПЛЕЕ И ГДЕ ВСЕГО ХОЛОДНЕЕ

В среднем за год теплее всего должно быть на экваторе и близко к нему, где получается больше всего тепла от солнца. Холоднее всего полярные местности, почти полгода лишенные солнца. Но самые большие

крайние температуры должны встречаться на юге, в таких местностях, где солнечная жара не умеряется ни ветром, ни влиянием моря.

Самым теплым местом на свете является Массауа на Красном море: там годовая температура, мало колеблясь от зимы к лету, равна в среднем 30°! Но там не бывает такой жары, как в Долине Смерти, в Калифорнии. Эта долина расположена еще далеко от экватора (36°—37° с. ш.) и представляет замкнутую котловину в горах в 130 км длиной, около 13 км шириной и на 67 м ниже уровня моря. Туда почти не проникает ветер, и нет воды, которая смягчала бы солнечное нагревание. Средняя температура лета доходит там до 34°, одного июля — до 39°, а отдельные наблюдавшиеся температуры превышали 50°; самая же высокая из них была 56° Ц. Трудно даже представить себе, как должен чувствовать себя человек при подобной температуре в *тени!*

Это не единственное такое место на земном шаре. В Сахаре, в Судане, в Новом Южном Уэльсе (Австралия) наблюдались неоднократно температуры немногим ниже этой — около 55°. При такой температуре воздуха почва в этих местностях накаливается еще сильнее, и немудрено, что там в песке можно печь яйца, а ходить по нему босиком — не рекомендуется... В пустынях Центральной Азии наш исследователь Обручев наблюдал температуры на поверхности почвы до 60°—70°.

Что касается холодных мест, то холоднее всего на севере там, где малая влажность и облачность зимой способствует сильному охлаждению от лучеиспускания. На северном полюсе, где нет материка, особенно низких температур, повидимому, не наблюдается; в северном полушарии „полюсом холода“ считается Верхоянск в Якутской республике, где средняя температура января — 51°, а крайняя, наблюдавшаяся в январе 1892 г., доходила до — 70°. Там, в январе нормальными являются

значит, такие морозы, которых в Северной Европе даже и вовсе не бывает. Непривычным человеком они переносятся с большим трудом, и единственно, что еще их облегчает, это сухость воздуха и обычное отсутствие ветра при таких морозах Сибиряки утверждают, что у них при морозе—30°—40° „теплее", чем в Ленинграде при — 20°. Так как ощущение тепла или холода, испытываемое человеком, зависит не от одной температуры, а и от влажности и от ветра, то сибиряки в значительной мере правы.

В последнее время славу „полюса холода" оспаривает Оймекон, лежащий на 63° с. ш., т. е. южнее Верхоянска, также в Якутии. Повидимому, вся обширная область вокруг Верхоянска отличается очень суровыми зимами; в частности Оймекон лежит в котловине между высокими горными хребтами и представляет очень благоприятные условия для застаивания холодного воздуха; возможно поэтому, что зима там еще холоднее, чем в Верхоянске. Пока там велось еще очень мало наблюдений.

Весьма низкими температурами, повидимому, должны отличаться внутренние пространства Гренландии, а в южном полушарии — материк Антарктики; но наблюдения в таких местах почти отсутствуют.

Во время экспедиции Берда в Антарктику в 1929—1930 г. он наблюдал наинизшую температуру—72°, 4 по Фаренгейту, т. е. около—57° Ц (28 VII 1929); треть всех дней года имела среднюю температуру—40° и ниже.

ТЕМПЕРАТУРА В ВОДЕ И НА ЗЕМЛЕ

Вода нагревается медленнее, чем суша, и медленнее отдает тепло, как бы сохраняя его в запас. Вот почему на берегах морей зимой теплее, а летом прохладнее, чем в континентальных местностях; также и дни там не так жарки, а ночи менее прохладны. В местностях,

удаленных от моря, разницы между зимой и летом, а также между ночью и днем очень велики. Если б на Земле не было воды, ничто не смягчало бы этих разностей, и температура на Земле давала бы если не такие же контрасты как на Луне, — где температура на освещенной стороне доходит до + 80°, а на темной — падает до минус 120°, — то во всяком случае несравненно бо̀льшие, чем мы наблюдаем сейчас. Условия жизни на Земле были бы гораздо менее благоприятны для человека, если бы вообще возможна была жизнь без воды.

„ШОПОТ ЗВЕЗД"

При морозах ниже—48° наблюдается особое явление, которое у якутов получило название „шопота звезд", вероятно в связи с тем, что при таких морозах бывают ясные звездные ночи. Влажное дыхание человека мгновенно замерзает в воздухе и издает особый треск, похожий на шум сена или пересыпаемого зерна. Лесков описывает это явление в одном из своих рассказов „На краю света":

„Настала такая невозмутимая тишина, что я слышал свой собственный пульс внутри себя и свое дыхание: оно как-то шумит, как сено, а если сильно вздохнуть, то точно электрическая искра тихо потрескивает в невыносимо разреженном морозном воздухе, таком сухом и холодном, что даже мои волосы на бороде насквозь промерзли, кололись как проволока, и ломались."

ГЛАВА ПЯТАЯ

ВЛАЖНОСТЬ, ИСПАРЕНИЕ, ТУМАН

СКОЛЬКО ВОДЫ В ВОЗДУХЕ?

Воздух содержит водяные пары, — воду, которая под действием солнечного нагревания испаряется с поверхности океанов, морей, озер, рек. Содержание в нем водяного пара в наших широтах колеблется от 0,3% до $2^1/_2\%$ по весу и зависит от температуры. При каждой температуре существует предел влажности: если влажность выше этого предела, избыток паров выделяется в виде воды. Чем воздух теплее, тем больше может он содержать водяного пара. Число граммов водяного пара в куб. метре воздуха называется его „абсолютной влажностью“.

Большее значение в метеорологии и в практической жизни имеет так называемая „относительная влажность“, — отношение количества водяного пара, содержащегося в куб. метре воздуха, к тому количеству, которое необходимо для насыщения при данной температуре. Именно степень близости воздуха к насыщению определяет ощущение „сухости“ или „сырости“; от нее же зависит выделение избытка влаги в виде росы, дождя, туманов, облаков и т. п.

Относительная влажность выражается в процентах: полному насыщению отвечает 100%; чаще всего влажность колеблется от 50 до 75%.

КАК ПРЕДСКАЗЫВАЮТ ПОГОДУ ПАСТУХИ И МОРЯКИ

Пастушеские народы, в частности горцы в Альпах и у нас на Кавказе, часто предсказывают наступление сырой погоды по овцам: шерсть животных легко вбирает влагу из воздуха и при большой относительной влажности отсыревает. Пощупав шерсть своих овец и заметив, что она сырая, пастух иногда может предсказать наступление сырой, дождливой или туманной погоды.

Говорят, что в старое время матросы вечером разбрасывали по палубе судов шерсть, чтоб собрать пресную воду, выделяющуюся из воздуха при ночном охлаждении. На первый взгляд кажется, что таким способом не собрать много воды; однако, по старинным наблюдениям, если подвесить вечером над водой колодца фунт шерсти, то к утру он увеличится в весе чуть не вдвое. Уже в начале XV века было предложено кардиналом Николаем Кузанским определять влажность воздуха по увеличению веса кипы шерсти, положенной на чашку весов, — первая идея гигрометра.

Пеньковые волокна, из которых вьются веревки, обладают свойством разбухать при увеличении влажности; поэтому узлы, свободно завязанные в сухую погоду, в сыром воздухе от закручивания веревок стягиваются более туго, и развязать их становится труднее. Так как увеличение влажности обычно служит одним из признаков приближающейся сырой погоды, то моряки и предсказывают ее по стягиванию узлов.

НА ЧТО ГОДИТСЯ ЖЕНСКИЙ ВОЛОС

Долгий женский волос, по непочтительной поговорке связанный с „коротким умом", оказывается таким удобным средством для определения влажности, что его ничем не могут заменить. Человеческий волос, как и другие волокна, обладает свойством удлиняться в сырую

погоду и укорачиваться в сухую, притом настолько закономерно, что может служить настоящим измерительным прибором. Гигрометры на русских метеорологических станциях делаются из обезжиренного женского волоса, закрепленного одним концом; другой — соединен со стрелкой, отмечающей на циферблате изменения влажности. Волосы блондинок, более тонкие и мягкие, оказываются более пригодными для гигрометров, чем волосы брюнеток.

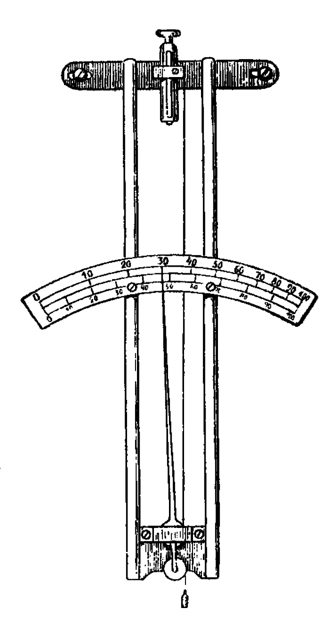


Рис. 20. Волосной гигрометр.

Такой прибор нужно, конечно, постоянно сравнивать с более точными приборами: на один женский волос полагаться нельзя... Волосной гигрометр — прибор относительный; для более точных измерений применяются так называемые „психрометры". Когда воздух охлаждается ниже той температуры, при которой наступает насыщение, избыток влаги выделяется в жидком виде. Если известны температура воздуха и та температура, при которой начинается выделение влаги („точка росы"), то можно, имея таблицы, вычислить относительную влажность. Чтобы определить точку росы, охлаждают посеребренный шарик термометра и смотрят, когда он начинает запотевать; температура, показываемая термометром в этот момент, и есть точка росы.

Неудобство такого психрометра — в том, что заметить в точности момент появления росы при охлаждении, или исчезновения при нагревании, бывает очень трудно.

Чаще пользуются иным психрометром, состоящим из двух термометров одинакового типа; шарик одного из них обвязывается батистом, конец которого погружается в стаканчик с чистой водой. Испарение с батиста понижает температуру термометра, и он показывает температуру низшую, чем термометр с сухим шариком. Влажность вычисляется по особым таблицам, по температуре одного и другого термометров („сухого“ и „смоченного“). Когда температура ниже 0°, стаканчик приходится убирать и смачивать батист лишь перед самым наблюдением; при температуре ниже 5° прибор становится неточным.

БУДЕТ ЛИ НОЧЬЮ МОРОЗ?

Это — вопрос, чрезвычайно важный для огородников, садоводов и сельских хозяев. Ответить на него с полной определенностью нельзя; но некоторые указания все же можно получить при помощи наблюдений над температурой воздуха. Если температура воздуха достигла „точки росы“, то дальше она, вообще говоря, понижаться не должна, так как выделение влаги, а с нею и скрытой теплоты, уже повышает температуру. Если, поэтому, точка росы вечером лежит выше 0°, вероятность мороза очень мала. Так как самую точку росы определить трудно, приходится основываться на температурах смоченного и сухого термометров и по ним, пользуясь данными опыта заключать о точке росы. Способов предсказания заморозков по сухому и смоченному термометрам есть много, хотя и нет пока ни одного абсолютно верного. Один из признаков такого рода дан для средней полосы СССР проф. Михельсоном: если в 9 час. вечера (вечерний срок наблюдений на метеорологических станциях) смоченный термометр показывает в мае и июне больше 5°, в апреле и сентябре — больше 6°, то заморозок мало вероятен.

В вопросе о предсказании заморозков дело осложняется тем, что на станциях по большей части ведутся наблю-

ления над температурой воздуха на высоте 2 метров, а наименьшая температура оказывается обычно на поверхности земли и в прилегающих слоях; если же на земле имеются посевы, то самая низкая температура получается на их верхней поверхности. Чтобы предохранить растения от замерзания, на плантациях, например, сахарной свеклы, сажают коноплю; с одной стороны, она защищает посевы от потери тепла лучеиспусканием, с другой — образует ту высокую поверхность растительного покрова, где получается самая низкая температура.



Рис. 21. Модель, которая была выставлена на гигиенической выставке в Лондоне: такой груз сажи приходится на каждого лондонского жителя.

Так как для решения вопросов о заморозках важно иметь как можно больше метеорологических наблюдений в разных местностях, а приборы, даже самые простые, требуют все же и затраты средств, и известной подготовки в наблюдениях,— некоторые специалисты по сельскому хозяйству рекомендуют употреблять в качестве „термометров" чувствительные к морозу растения: огурцы, вьющуюся фасоль и др. Помещая



Рис. 22. Так разъедаются каменные здания частичками кислот и других химических веществ, отлагающихся после дождей и туманов.

такие растения в различных местах поля, на разных высотах и т. п., можно определить места, особенно страдающие от заморозков, распространение мороза в высоту, его силу и т. п.

ОТЧЕГО В ГОРОДЕ БОЛЬШЕ ТУМАНОВ, ЧЕМ ЗА ГОРОДОМ?

Если сравнительно теплый и притом влажный воздух охлаждается от лучеиспускания или от внезапного притока более холодного воздуха, то, дойдя до точки росы, он выделяет избыток влаги в виде мельчайших капелек, которые и образуют пелену тумана. Туман именно потому чаще всего образуется над болотами, озерами, реками и т. п., что там воздух более влажен и легче переходит в состояние насыщения. В сухих местностях не бывает туманов и при холоде, так как паров там настолько мало, что и при значительном охлаждении воздуха они не доходят до предела насыщения.

В городе, казалось бы, нет никакой особой сырости, а между тем в городе туманов бывает больше. Вы не раз, наверное, замечали, что, выехав в туманный день из города, вы уже на небольшом сравнительно расстоянии встречаете ясную погоду без всякого тумана. В чем же тут дело?

Оказывается, что для выделения паров в виде капелек воды (для так называемой *конденсации*) еще недостаточно, чтоб температура упала ниже точки росы. Бывает так, что, судя по температуре, влажность воздуха уже должна бы достигнуть 100%, однако воздух не выделяет водяного пара, а остается, как говорят, в перенасыщенном состоянии; это потому, что в нем слишком мало так называемых „ядер конденсации“. Эти ядра так малы, что простым глазом невидимы; это электрически заряженные частицы „ионы“, или мельчайшие пылинки, частицы

соли, дыма и т. п., которые носятся в воздухе. И однако, если их нет, если воздух очень чист, выделение водяного пара происходит с опозданием или вовсе не происходит.

Вот почему над городом чаще бывают туманы: от уличной пыли, дыма печей и особенно фабричных труб в городском воздухе все готово для образования тумана, будь только подходящие условия температуры и влажности. Города Англии с сильно развитой фабричной промышленностью—Лондон, Ливерпуль, Манчестер и др.—при вообще влажном климате Англии особенно страдают от туманов. Один английский метеоролог подсчитал, что на каждого лондонского жителя в сутки приходится весьма солидный груз угля, образующегося из сажи, которая носится в воздухе (см. рисунок); каждый житель платит в среднем около 10 руб. в год на излишние расходы, связанные с загрязнением воздуха; сюда входят: частая стирка белья, расходы на освещение, на ремонтирование зданий, которые разъедаются частичками химических веществ, отлагаемых туманами, и т. п.

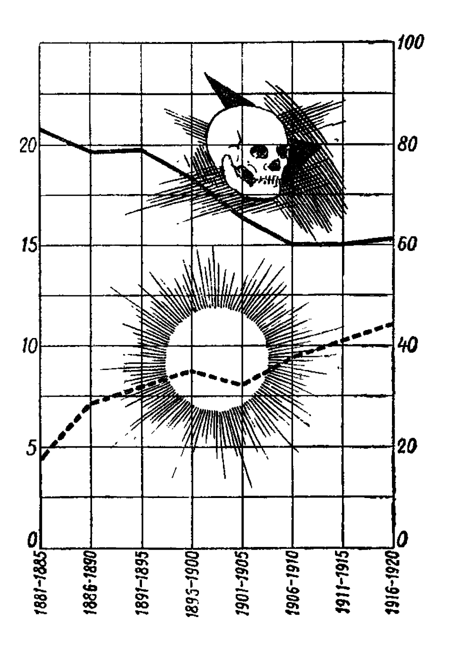


Рис. 23. Важность солнечного света для здоровья человека. Нижняя пунктирная кривая изображает количество солнечного сияния в городе в процентах относительно количества его за городом; верхняя—смертность в городе на 1000 чел. С оздоровлением городского воздуха и приближением солнечного освещения к деревенскому смертность падает.

ТУМАНЫ И ПОЛИТИКА

Пока в наших городах не было такого количества фабрик, как в Лондоне, и воздух у нас был значительно чище. Однако и у нас заметно было обилие туманов в городе сравнительно с окрестностями. И вот что интересно: в первые годы революции число туманов в Ленинграде (согласно подсчетам, сообщенным автору одним из наших молодых научных работников) заметно упало, а затем по мере развития и восстановления промышленности вновь пошло вверх. При этом туманы пошли на убыль уже в 1915—1916 гг. когда, казалось, промышленность еще работала полным ходом. Причина в том, что в те годы наши фабрики, зависевшие до революции преимущественно от ввозимого угля, в значительной мере перешли с угольного на древесное топливо, а известно, что именно каменный уголь дает особенно много сажи и дыма. С другой стороны, в настоящее время в Лондоне, отчасти вследствие перехода на другие виды топлива, но очевидно и вследствие кризиса, остановившего большое число фабрик, наблюдается уменьшение числа густых туманов, которые жители называют „гороховым супом". Оказывается, нет худа без добра! Но выход нужно искать в рационализации топлива, а не в остановке фабрик...

СВЕРХУ ИЛИ СНИЗУ

Часто говорят: „роса упала", „иней сел на деревья", и для многих это не поэтические образы, а истинное изображение явления. Между тем и роса и иней не „садятся", не „падают", а образуются на самой поверхности охлажденных предметов. Когда в ясные безветренные ночи земная поверхность под влиянием лучеиспускания теряет тепло, часть водяных паров из ближайшего к земле слоя, не успевшего охладиться, выделяется в виде капель на холодных листьях растений, на траве

и т. п. Это—роса; зимой и вообще при температурах ниже 0° вместо капель получаются ледяные кристаллы—*иней.*

В общежитии часто называют инеем пушистый слой иглистого, рыхлого льда, который появляется зимой на деревьях, на проволоках и т. п. в туманную, но морозную погоду. Про него и говорят чаще всего: „после тумана сел иней". Но это не иней, а *изморозь*: она тоже не садится, а нарастает с наветренной стороны, достигая, в отличие от инея, очень значительной толщины. В некоторых — правда, редких — случаях она ломает не только ветви кустарников, но даже деревья и телеграфные столбы. Во Франции на горе Пюи-де-Дом на мачте над метеорологической станцией наблюдалась изморозь толщиной до целого метра.

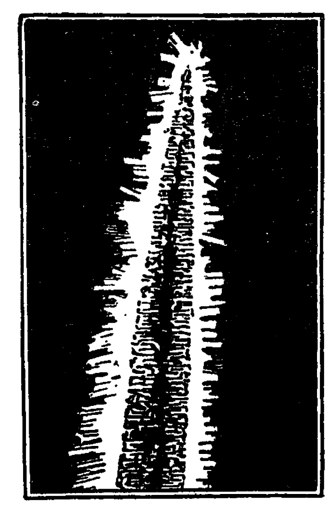


Рис. 24. Иней на траве.

Еще хуже в смысле своих разрушительных действий гололедица, или, как ее в последнее время называют „гололед". Иногда и при температуре даже значительно ниже 0° вода не замерзает, а находится в „переохлажденном" состоянии, оставаясь в жидком виде. Если такой переохлажденный дождь или туман соприкасается с твердыми предметами, он мгновенно замерзает, образуя на них гладкую, иногда очень толстую ледяную кору. Гололедица еще чаще, чем более „воздушная" изморозь, ведет к обрыву проводов и иным авариям; предсказание ее имеет поэтому очень большое значение для железных дорог, почты и телеграфа. Весьма серьезное значение имеет такое оледенение для самолетов и дирижаблей

Оледенение, как известно, было одной из причин гибели дирижабля „Италия“ при экспедиции Нобиле к сев. полюсу.

В Одессе в феврале 1897 г. наблюдался случай гололедицы, когда тонкий стебель дикой травы весом в 12 г увеличился в весе в 25 раз; на тонких проводах образовался слой льда в 3 см толщины. Деревья под тяжестью льда гнутся так, что вершины их касаются земли. Вот одно из красивых описаний гололедицы: „Буквально все древесные породы и деревья всех размеров были на площади в 2600 десятин закованы в прозрачный, сверкающий на солнце мириадами разноцветных искр ледяной панцырь, превышавший толщину тонких ветвей в 5—10 раз, толстых—в 2—3 раза“. На горах, особенно в приморских местностях, где в воздухе имеется большой запас влаги, наружные метеорологические инструменты так оледеневают, что превращаются в бесформенные массы.

ПРИКЛЮЧЕНИЕ С ПРОФЕССОРОМ

Проф. Б. П. Вейнберг в своей книжке „Снег, лед, град“ рассказывает забавный случай с одним из своих коллег:

„Я помню одну гололедицу в Одессе, когда телеграфные проволоки рвались от тяжести покрывшей их толстым слоем хрустальной, прозрачной ледяной оболочки и валили телеграфные столбы... когда, например, один весьма почтенный профессор, подъехав вечером к своей квартире, мог перебраться через тротуар к подъезду, только надев калоши на руки и пойдя на четвереньках“...

Конечно, кроме переохлаждения воды, для образования гололедицы необходимо еще, чтоб поверхность, на которую падает такой дождь, имела также температуру ниже 0°; одного „запаса холода“ в капле хватило бы только на то, чтоб обратить в лед не более ее $^1/_8$ части.

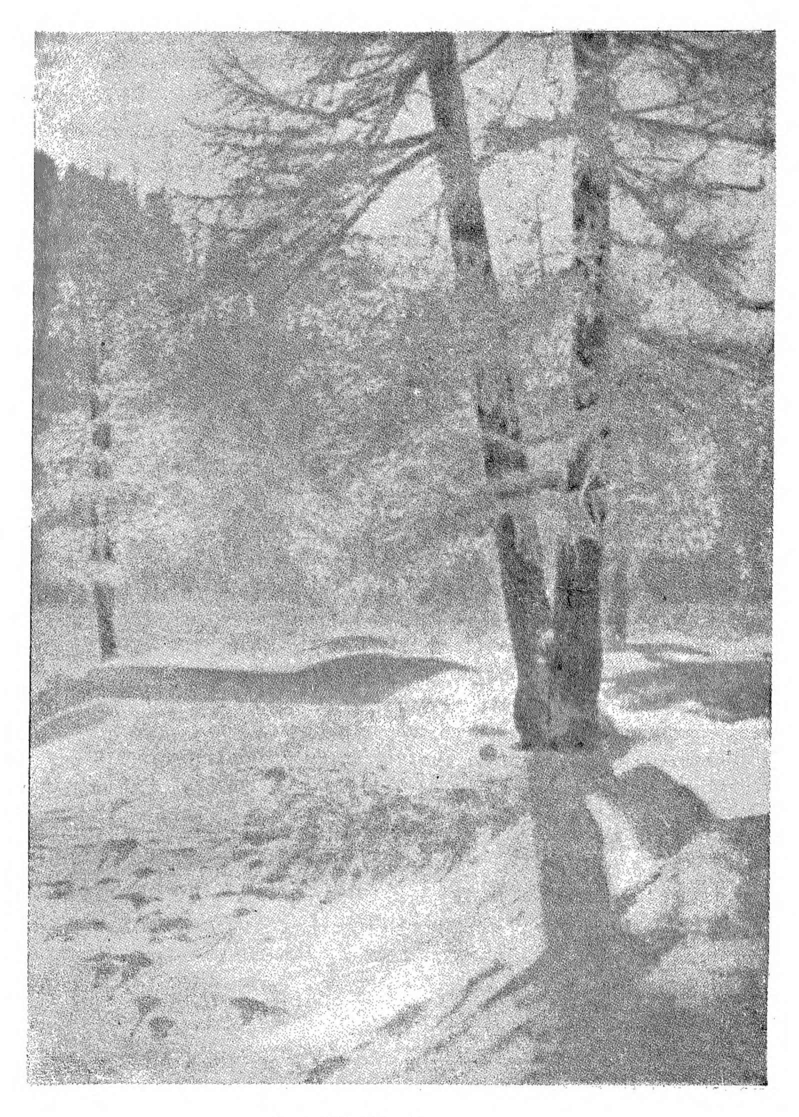


Рис. 25. Иней в лесу.

КАК ЛЮДИ ЗАМОРОЗИЛИ МОРЕ

У Жюля Верна в романе „Гектор Сервадак" есть страница, картинно иллюстрирующая явление переохлаждения.

Компания лиц различных национальностей, случайно унесенных кометой на обломке Земли при столкновении ее с кометой, с нетерпением ждет замерзания водоема, названного ими „Галльским морем".

„Несмотря на низкую температуру, море еще не замерзло. Это происходило от его абсолютной неподвижности: ни одно дыхание воздуха не возмущало его поверхности. В этих условиях вода может охладиться на несколько градусов ниже 0 и не замерзнуть; но незначительный толчок может обратить ее в лед.

Маленькая Нина и ее друг Пабло также поспешили явиться на собрание.

— Милая девочка,—сказал капитан Сервадак,—сумеешь ты бросить в море кусок льда?

— Ну, конечно,—ответила девочка,—но мой приятель Пабло сумеет бросить гораздо дальше.

— Ничего, попробуй!—продолжал Гектор Сервадак, вкладывая маленький кусочек льда в ручку Нины. И прибавил:

— Вот погляди, Пабло, какая волшебница наша маленькая Нина.

Нина примерилась, взмахнула рукой два-три раза и бросила кусок льда в спокойную воду.

Тотчас же послышалось хрустение, которое, казалось, наполнило весь воздух и простиралось до самых пределов горизонта.

Галльское море замерзло сразу на всем своем протяжении".

Хотя „Галльское море" было не очень велико, но и в таких размерах явление вряд ли могло бы иметь место в природе. В более же скромных размерах, в виде гололедицы, мы можем наблюдать его почти каждую зиму. Сущность гололедицы, как мы знаем,—именно переохлаждение воды.

ЗАМЕРЗАНИЕ ВОДЫ ПРИ 9° ТЕПЛА

Во время экспедиции на Эльбрус в августе 1927 года наблюдался такой интересный случай.

„Для характеристики малой относительной влажности 23 августа,—пишет один из участников экспедиции

М. В. Былов,—приводим следующий факт: после 5 часов один из нас принес ведро воды для хозяйственных нужд экспедиции из ручья, стекавшего с ледника Малый Азау. К 6 часам вода покрылась ледяной пленкой при температуре воздуха $+8^\circ,8$, что показывает большое



Рис. 26. Гололедица на телеграфных столбах.

земное излучение, вызванное малым содержанием водяных паров в атмосфере".—К этому можно еще добавить: и большое испарение.

САМЫЕ СУХИЕ МЕСТА НА ЗЕМЛЕ

В пустынях—в Сахаре, в Центральной Азии, у берегов Мертвого моря—влажность в отдельные, особенно сухие дни доходила до 2%. Если вспомнить, что даже влажность около 25% уже ощущается человеком, как чрезмерная сухость, то можно себе представить ощущение при 2% относительной влажности. Губы, а иногда и кожа лица трескаются; появляется непрерывная жажда, беспокойство и т. п

Очень маленькие влажности наблюдаются также и на высоких горах вследствие убывания содержания водяных паров с высотой. При подъеме на Эверест в 1924 г. путешественники сильно страдали от большой сухости воздуха. Они описывают, как однажды, спустившись с высоты 7 км в нижний лагерь, изнемогали от сухости в горле и мечтали только о питье, даже не об отдыхе; а в палатках, по несчастной случайности, не оказалось не только воды, но даже сосуда, в котором можно было бы растопить снег.

В отдельных случаях, при особых условиях погоды, весьма малые значения влажности могут встречаться и в средних широтах; это, например, бывает при т. наз. „суховеях“ на юго-востоке нашего Союза, а также в горных странах (Альпы, Кавказ, Байкал и т. д.) при фенах, о которых будет речь дальше.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ОБЛАКА. ОСАДКИ

КТО ПЕРВЫЙ ДАЛ НАЗВАНИЯ ОБЛАКАМ

Облака, если в них всматриваться внимательно, очень различны по виду. Некоторые из их разновидностей сразу бросаются в глаза. Все знают, что такое „барашки", мелкие и крупные. Эти облачка так напоминают стада белых, мохнатых барашков, что получили такое же название и на немецком, и на французском языках.

Всем знакомы также мелкие „перистые" облака, напоминающие перья, султаны, перепутанные тонкие нити. Иногда ими закрыто все небо и все-таки сквозь них светит и греет солнце,— настолько они легки и прозрачны. Хорошо известны, особенно жителям севера, плотные серые облака, при которых солнца совершенно не видно; из них часто идет долгий мелкий дождь или снег. Есть, наконец, клубящиеся белые облака, появляющиеся на небе в ясные летние дни; они блестящего белого цвета, снизу плоские, местами затененные, а вершины их закруглены. К дневным часам их часто становится так много, что того и гляди они закроют все небо, но сквозь них нет-нет и проглянет солнце; к вечеру они постепенно исчезают. Иногда такие облака растут в вышину, нагромождаются, как башни; верхушки их точно вуаль расстилаются по небу,— и вдруг начинает погромыхивать: берегитесь грозы!

Три типичных формы облаков: *перистые, слоистые,* (сплошные серые облака) и *кучевые* — белые облака хорошей погоды были впервые отмечены англичанином Люком Говардом в конце XVIII века. Он не был ученым-специалистом, служил на химическом заводе в Лондоне, но серьезно занимался естественными науками и был в 1821 г. избран членом ученого Лондонского королевского общества. Он первый обозначил три ос-



Рис. 27. Кучевые облака.

новные формы облаков особыми названиями, по обычаю того времени, по латыни: перистые — Cirrus, слоистые — Stratus и кучевые — Cumulus (эти названия буквально значат то же, что и по-русски). К ним была еще присоединена четвертая форма — Nimbus (дождевые), — темные, разорванные облака, из которых идут сильные дожди. С тех пор прошло свыше 100 лет, но деление облаков, данное Говардом, сохранилось и сейчас, как основа классификации облаков.

Великий поэт и натуралист Гете, с которым Говард был в деятельной переписке, сразу оценил значение введенных им названий и посвятил как ему, так и каждой из обозначенных им форм облаков особые стихо-



Рис. 28. Облака перистые.

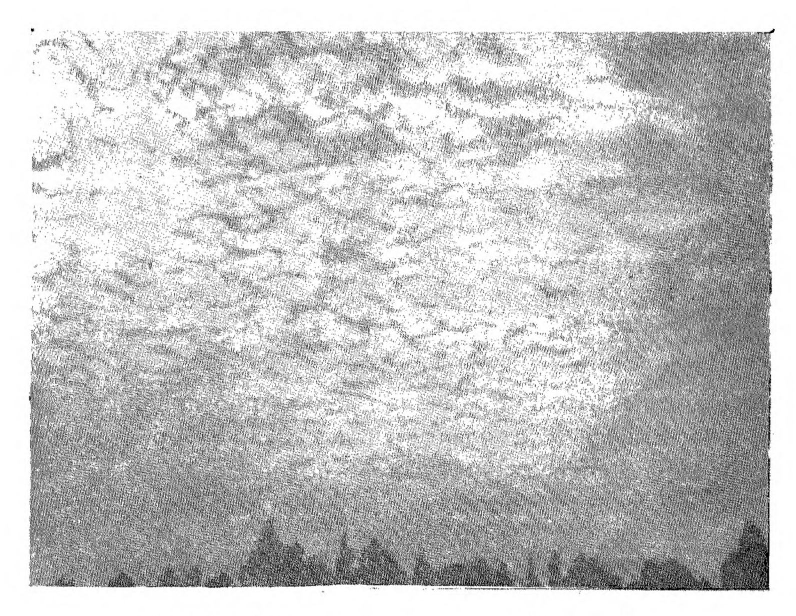


Рис. 29. Облака перисто-кучевые (барашки).

творения. В одном из них говорится: „Чтоб разобраться в бесконечном разнообразии, нужно сначала отличить, затем объединить. Пусть же славит моя окрыленная песнь человека, который различил облака...“

В дальнейшем классификация Говарда была расширена; к основным формам прибавились промежуточные, названия которых составлены из соединения основных: так, мелкие барашки называются „перисто-кучевыми“, крупные барашки — „высоко-кучевыми“, грозовые облака — „кучево-дождевыми“ и т. п.

ВОДА В НЕБЕ

Облака — та же вода, в состоянии жидком (мельчайшие водяные капельки)[1] или твердом (ледяные кристаллики). Как и туман, облака образуются при выделении избытков влаги из воздуха вследствие его охлаждения; низкие слоистые облака ничем не отличаются от тумана, кроме большей высоты, и когда мы снизу видим такое облако на горе, путешественник, попавший в него, чувствует себя окутанным туманом. Охлаждение же воздуха может зависеть от разных причин: от излучения тепла в пространство; от смешения с более холодной массой воздуха; и, наконец, — от расширения воздуха без притока тепла извне.

ОХЛАЖДЕНИЕ ОТ НАГРЕВАНИЯ

Да, такая странная вещь случается в природе: *охлаждение от нагревания*. Это парадоксальное выражение принадлежит известному английскому метеорологу Н. Шоу.

Положим, что под влиянием каких-либо причин некоторая масса воздуха нагрелась и стала, следовательно, легче окружающего. Она начнет подниматься вверх; но в верхних слоях атмосферы давление меньше, поэтому

[1] Но не пузырьки, как ошибочно полагают многие.

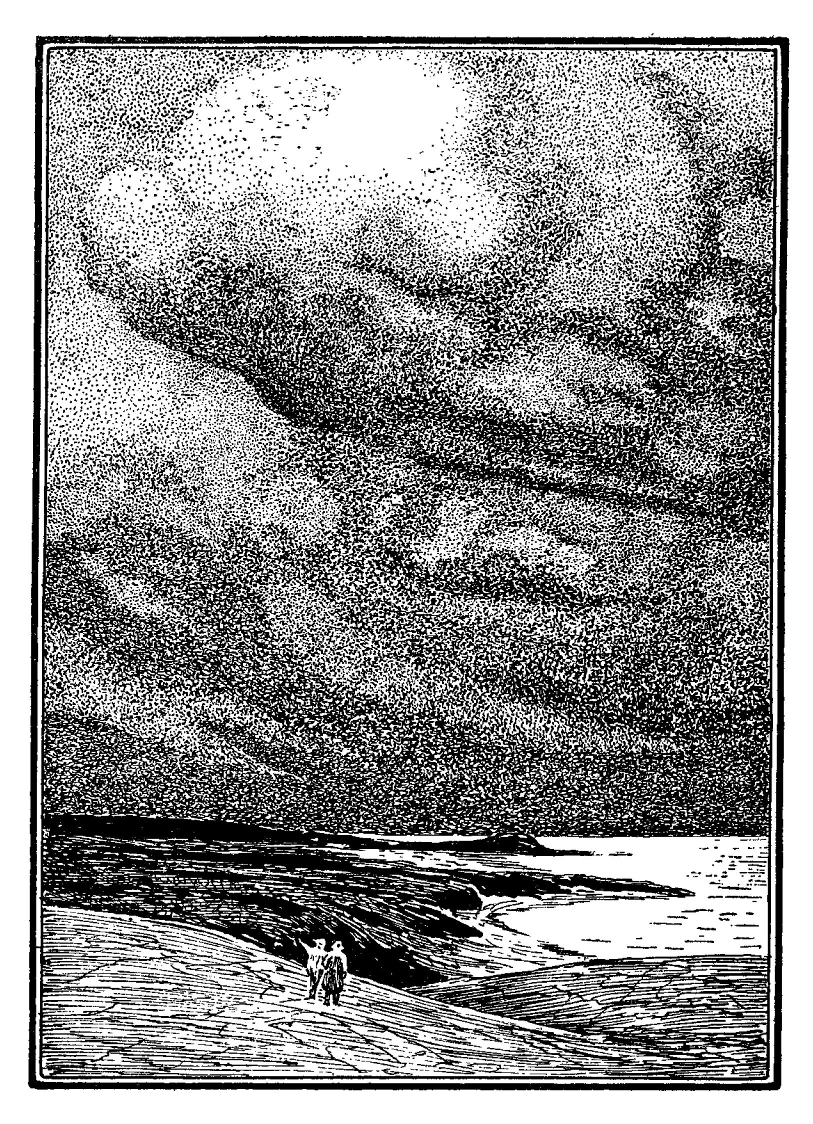


Рис. 30. Дождевые облака.

наш воздух будет там расширяться. На работу расширения ему понадобится теплота; за отсутствием притока тепла снаружи, она будет взята воздухом из себя, и он охладится. Охлаждение, следовательно, является здесь прямым следствием нагревания.

Физика доказывает, что, поднимаясь вверх в свободной атмосфере, воздух охлаждается на 1° на каждые

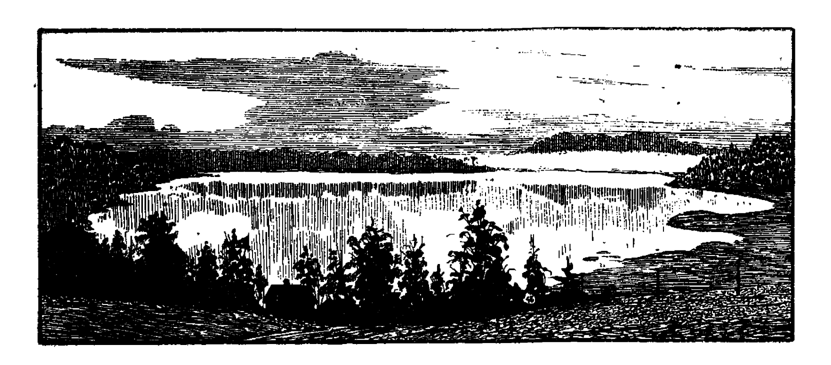


Рис. 31. Грозовое облако вдали, после захода солнца. Типичная для грозы форма в виде „наковальни", образованной верхними растекающимися частями облака.

100 м,— если он сухой. Если же он содержит водяные пары, то, едва его температура дойдет до точки росы, часть паров начнет выделяться в жидком виде; при этом выделится скрытая теплота, и охлаждение воздуха окажется поэтому несколько меньше, чем для сухого. Предположим, что в этом случае охлаждение составляет 0,°8 на 100 м. Если и в окружающем воздухе температура падает в такой же мере, то наша масса, поднимаясь, везде будет иметь ту же температуру, что окружающий воздух; но если в соседнем воздухе температура падает быстрее,— например, на 0°,9 на 100 м,— то наша воздушная масса и после поднятия окажется все еще теплее окружающего воздуха и, стало быть, будет продолжать вытесняться выше.

Таким путем нарастают, постепенно выделяясь из охлаждающегося воздуха, большие массы воды в виде мельчайших капелек, которые и образуют то, что мы называем кучевыми облаками. Чем быстрее падение температуры с высотой в свободной атмосфере, тем более мощного развития достигают эти облака. Весьма быстрое падение температуры с высотой бывает в атмосфере в жаркие летние дни, когда земная поверхность и прилегающие слои особенно сильно нагреваются солнцем, а верхние — сравнительно холодны.

Вот почему эти облака появляются в наиболее теплые часы дня; если притом воздух содержит много влаги („душно"), то такие кучевые облака, нагромождаясь все выше и выше, переходят наконец в кучево-дождевые или „грозовые" тучи: начинается гроза.[1] Толщина таких грозовых облаков доходит иногда до 10 км; но и при высоте в 5—6 км вершина их лежит в таких высоких слоях, где температура уже ниже 0°; и потому над ней образуются уже легкие облака в виде вуали, состоящие из мелких кристалликов льда.

В ЧЕМ ОШИБКА ХУДОЖНИКА?

На рисунке изображен пейзаж, которого почти никогда не может быть в природе, и если бы какой-либо художник написал такую картину, мы были бы в праве упрекнуть его в недостатке наблюдательности. Вы догадались в чем дело?

При типично-зимнем пейзаже вообще говоря не может быть на небе кучевых облаков. Первое условие их возникновения — сильное нагревание земной поверхности и ближай-

[1] Водяной пар легче воздуха, а потому влажный воздух легче сухого и особенно легко вытесняется вверх.

ших к ней воздушных слоев. А зимой нижние слои, наоборот, охлаждаются из-за близости к снегу, солнце вообще мало греет; если даже, ближе к весне, солнце начинает давать больше тепла, то это тепло почти все рассеивается обратно из-за большой отражательной способности снега. Только когда снег сойдет хоть местами, весной,

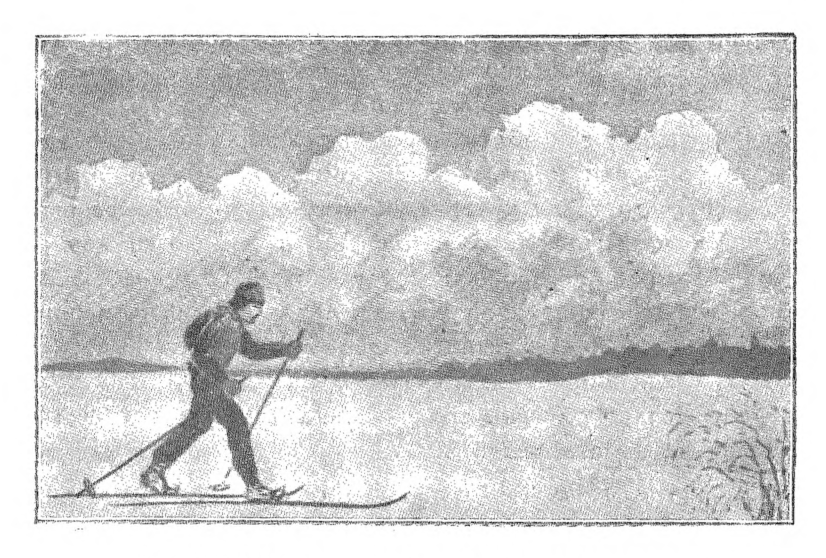


Рис. 32. Пейзаж, который редко бывает в природе.

над более нагретыми участками могут появиться слабо развитые кучевые облака. Эти первые „кумулусы" всегда особенно радуют метеорологов, как один из признаков наступающей весны.

Правда, в некоторых редких случаях возможны облака типа кучевых и в зимнее время; они связаны с поднятием воздуха при особых условиях погоды и носят название „динамических кучевых". Но эти облака встречаются редко и не достигают того развития, как летние кучевые.

ОБЛАКА ОТ ПОЖАРА

Особые кучевые облака образуются иногда под влиянием сильного, резкого нагревания воздуха у земли, например, при очень больших пожарах. Во время знаменитого японского землетрясения в сентябре 1923 г. и вызванного им страшного пожара, уничтожившего бóльшую часть Токио, над городом поднялось облако



Рис. 33. Кучевое облако, образовавшееся над Токио во время землетрясения и пожара в сентябре 1923 г. С фотографии, снятой в Токийской обсерватории.

грандиозных размеров, напоминавшее кучевые, но значительно более мощное и темное. Местные метеорологи, несмотря на разрушения в городе, не прекращали своих наблюдений, и им удалось определить высоту этого облака: наиболее высокие вершины его доходили до 8 км, меньшие — до 6 км. В обсерватории, расположенной сравнительно далеко от места пожара, температура доходила до 45°, в центре пожара она была не менее 100°; подсчеты показали, что восходящие токи воздуха над местом, охваченным огнем, должны были доходить до 70 м в сек., — настоящая вертикальная буря; а в более далеких от пожара местах скорости вертикального движения колебались от 15 м в сек. до 1 м в сек.

При росте обычных кучевых облаков не бывает таких вертикальных скоростей; там нагревание распространяется на большую площадь, но не достигает такой силы, и процесс протекает гораздо спокойнее.

ОБЛАЧНЫЕ СКАТЕРТИ И ШАПКИ

Если влажный воздух встречает на своем пути препятствие, например, крутой горный склон, он быстро



Рис. 34. „Скатерть“ на Столовой горе.

поднимается вверх, и содержащиеся в нем пары выделяются в виде облака. В Южной Африке близ Капштадта есть высокая обрывистая „Столовая гора“, над которой при южном морском ветре образуется облачный покров, называемый „скатертью“. Над горой ветер дует уже беспрепятственно и как бы расстилает эту скатерть по вершине. Ниже она не спускается, так как внизу температура выше, и облако вновь испаряется.

Такие „скатерти“ или „шапки“ можно часто видеть в Альпах и у нас на Кавказе, например, над Эльбрусом, где шапка над вершиной горы считается у горцев предвестником ненастья. Автору пришлось летом 1928 г. видеть, как рано утром от снежной вершины Эльбруса точно отчаливали один за другим облачные „цеппелины“: одно сигарообразное облако отрывалось, уплывало, чтобы тотчас же смениться другим. Такие шапки представляют собою не неизменные образования, а место, где видимым образом проявляется процесс непрерывного сгущения паров. Очень хорошо говорит известный метеоролог Дове в своих „Метеорологических исследованиях“:

„Облако — не что-либо готовое, не продукт, а *процесс*; все его существование — в непрерывном возникновении и исчезновении. Глядя с вершины горы на прозрачный горный ручей, никто не скажет, что место, где образуется белая пена, есть что-то постоянное, прочно лежащее на земле. А ведь облако, окутывающее вершину горы,— совершенно то же самое. Камешек в ручье — гора, ручеек — воздух, пена — облако“.

МЕСТНЫЕ И „ПРИШЛЫЕ“ ОБЛАКА

Кучевые и грозовые облака — облака местного происхождения, зависящие от нагревания земной поверхности, от условий испарения и т. п. Но облака образуются и в результате гораздо более обширных процессов, связанных с общими условиями погоды.

Если в сравнительно теплый воздух врывается масса холодного воздуха из полярных областей, она располагается под теплым воздухом и, входя в него как бы клином, приподнимает его вверх. В результате — охлаждение приподнятого воздуха и выделение паров в виде облака. Чем выше происходит сгущение паров, тем меньше мощность облачных масс. В более высоких слоях образуются тонкие перистые облака, ниже — мелкие барашки, еще ниже — крупные барашки и так называемые высокослоистые облака, представляющие сплошной по-

кров, через который, однако, в отличие от низких слоистых, размытым пятном просвечивает солнце. Так как верхние слои воздуха имеют бо́льшую скорость, чем нижние, то теплый воздух, движущийся над холодным, раньше появится в верхних ярусах, и там прежде образуются облака; а наблюдателю будет казаться, что сначала откуда-то пришли легкие перистые облака, затем появились барашки и т. д., до нижнего яруса высокослоистых, за которыми часто следуют низкие слоистые и — дождь. Такая „облачная система" вместе с теплым потоком воздуха движется, как одно целое, над местом наблюдения, иногда задевая его лишь краем. Жителям умеренных широт часто приходится видеть подобную картину: после продолжительной ясной, теплой погоды, на безоблачном небе или среди кучевых облаков начинают проглядывать перистые, их становится все больше, они затягивают все небо, часто появляется круг около солнца (или луны); все уплотняясь, облачный покров уже почти скрывает солнце, которое просвечивает через него тусклым пятном, не дающим теней на земле; наконец, исчезает и это пятно, появляются клочки темных дождевых облаков, и начинается дождь. „Погода испортилась".

Эти „облачные системы" — уже не местного происхождения, а тесно связаны с областями низкого давления, о которых будет речь дальше и которые несут с собою плохую погоду.

КАК НЕВИДИМОЕ СТАНОВИТСЯ ВИДИМЫМ

Если над водой дует ветер, на воде образуются волны. Гельмгольц показал, что волны образуются всегда в том случае, когда два слоя вещества различной плотности движутся один под другим. Если теплый воздух движется над холодным или холодный — под теплым, на границе их раздела образуются волны.

Сами по себе воздушные волны невидимы. Но когда в воздухе достаточно влаги, то, поднимаясь на гребнях волн в более холодные области, он выделяет избыток

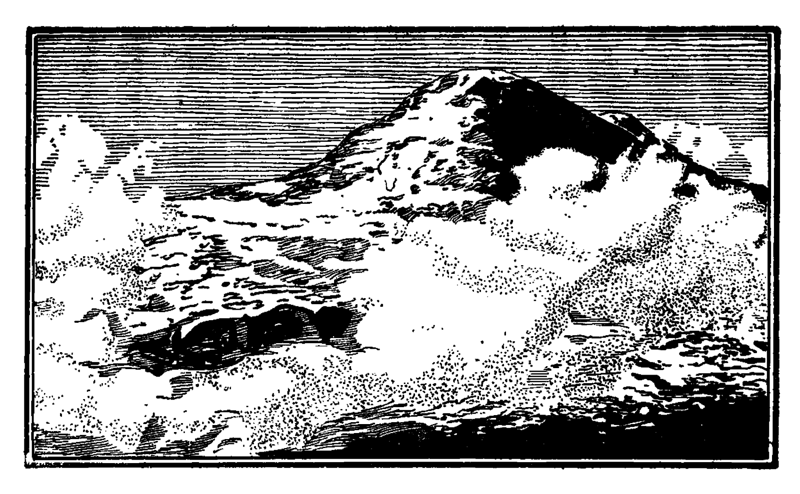


Рис. 35. Облака в горах.

влаги в виде облаков, которые располагаются по гребням волн правильными грядами. Мы все не раз видели такие волнистые облака. Воздушные волны гораздо больше водяных, и расстояние между их гребнями доходит до 200—500 и более метров.

КАК ОПРЕДЕЛЯЮТ ВЫСОТУ И ДВИЖЕНИЕ ОБЛАКОВ

Высоту низких, а иногда и более высоких облаков можно определить непосредственно при восхождении на гору, при подъеме на шаре или на аэроплане. Чаще, однако, определяют высоту облаков геометрически; наиболее надежный способ—одновременное фотографирование или наблюдение одного и того же облака с двух станций, расстояние между которыми известно.

Такие измерения показали, что перистые облака лежат в среднем на высоте около 9—11 км, мелкие ба-

рашки—на 5—7 км, крупные—на $2^1/_2$—4 км; основание кучевых облаков лежит на $1^1/_2$ км, а вершина—на $2^1/_2$—3 км; вершина грозовых облаков вырастает почти до 10 км; самые низкие слоистые облака располагаются на высотах 300—500 м и ниже,—собственно, до самой поверхности земли.

Рис. 36. Грабельный нефоскоп Бессона.

Так как зимой воздух холоднее и пары сгущаются ближе к земной поверхности, то и высота облаков зимой меньше, чем летом. Оттого зимою облачное небо и кажется нам так низко нависшим.

Направление и скорость движения облаков определяются проще всего так называемым грабельным нефоскопом Бессона. Он действительно похож на грабли, которые могут вращаться вокруг вертикальной оси. Поставив грабли так, чтоб они встали по направлению движения облака, наблюдатель отсчитывает по соединенному с ними указателю направление, откуда движется облако, на неподвижном диске. Чтоб определить скорость облака, замечают по секундомеру, за сколько секунд облако прошло расстояние между двумя зубцами. Примерно определив на основании вида облака его высоту, нетрудно найти и его скорость в соответствующей табличке.

КАК ДАЛЕКО ВИДНЫ ОБЛАКА?

Над какой точкой земной поверхности находится облако, которое мы видим над горизонтом?

Очевидно, облако находится тем дальше, чем больше его высота над земной поверхностью. А. Ф. Вангенгейм в брошюре „Перистые облака, как признак предстоящей погоды" дает табличку, по которой можно приблизительно вычислить расстояние от нас той точки, где облако находится в зените, в зависимости от его высоты над земной поверхностью и его угловой высоты над нашим горизонтом. [1]

Высота облака в км								Угловая высота облака
1	2	3	5,6	6,5	8	9	10	
114	162	199	271	292	320	341	362	0°
—	—	73	110	124	147	162	177	$2^1/_2$°
—	—	35	64	71	86	91	107	5°
—	—	18	32	37	45	47	56	10°
—	—	—	21	24	30	31	37	15°
—	—	—	—	18	22	23	28	20°
—	—	—	—	14	17	18	22	25°

Однажды автору пришлось, стоя вечером с наблюдателями на башне обсерватории в Павловске, любоваться великолепной грозой в направлении на северо-северо-западе. Вечер был ясный и тихий, а над горизонтом поднималось рядом два темных грозовых облака, из которых непрерывно сверкали молнии то по направлению к земле, то по направлению от одного облака к другому. „Ну и симпатично сейчас там, где эта гроза разразилась!" заметили мы друг другу. Облака поднимались при-

[1] Приближенную оценку угловых расстояний без всяких приборов см. в книге Перельмана „Занимательная геометрия" или в упомянутой брошюре Вангенгейма.

мерно на высоте 15°—20° над горизонтом; принимая вершину грозового облака на высоте 6,5 км над землей, нетрудно по табличке найти, что оно должно было находиться в удалении около 24 км, т. е. примерно над Ленинградом. И действительно, в этот день (16/V 1929 г.) над Ленинградом разразилась страшнейшая гроза, продолжавшаяся около 3 часов.

ОТЧЕГО ИДЕТ ДОЖДЬ?

Мы знаем, что облако есть собрание мельчайших водяных капель. Почему же они не падают вниз? Ведь вода тяжелее воздуха. И почему в некоторый момент они начинают падать, да еще в виде вовсе не мельчайших, а очень заметных капель дождя?

Дело в том, что капли начинают падать на землю только тогда, когда достигнут определенного размера. Всякое тело, падающее в воздухе, испытывает его сопротивление, но тяжесть пересиливает это сопротивление. Вес капли — если ее считать шариком — пропорционален объему, т. е. *кубу* радиуса; сопротивление же воздуха пропорционально поверхности шарика, т. е. *квадрату* радиуса. Если радиус очень мал, сила тяжести лишь немногим пересиливает сопротивление, и капельки хотя и падают, но чрезвычайно медленно; малейшее восходящее движение воздуха останавливает это падение. Мельчайшие капельки, по исследованиям Ассмана, имеют от 0,006 до 0,017 мм в диаметре; принимая даже размер в 0,02 мм, получим, что в 1 г воды содержится 240 миллионов таких капель!

По мере роста капель, падение их ускоряется; при диаметре 0,15 мм они уже падают сравнительно быстро,—начинается легкий моросящий дождь. При дальнейшем возрастании капель он переходит в более сильный.

Почему же дождевые капли растут?

Во-первых, даже при медленном падении капли в облаке, догоняя одна другую, сливаются. Во-вторых, если одна часть облака холоднее другой, в ней будет

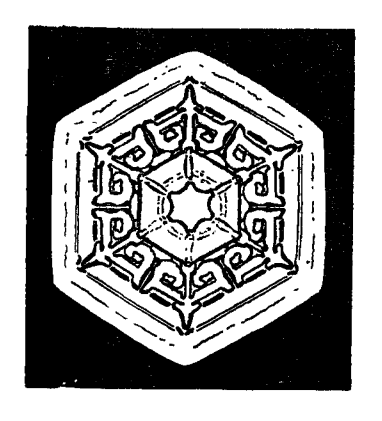
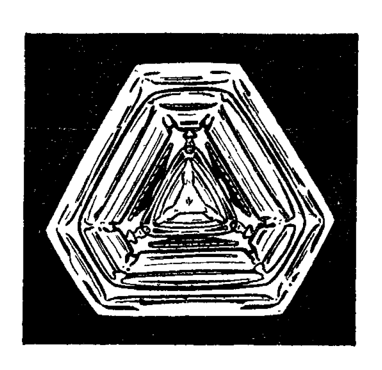
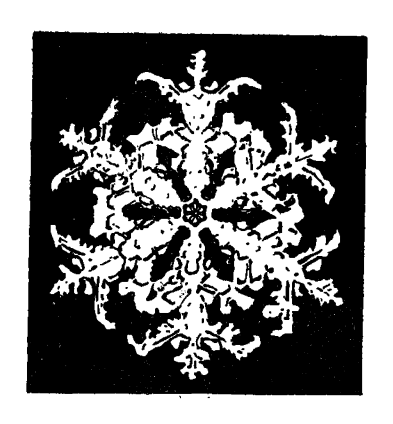
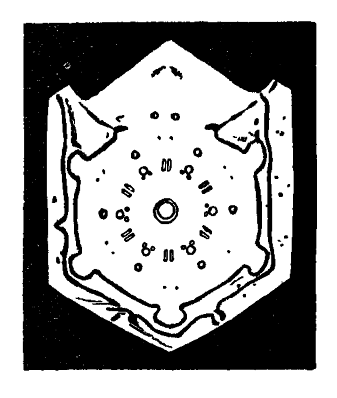





Рис. 37. Несколько оригинальных снежинок. По фотографиям Бентлея.

происходить более быстрое сгущение паров и получатся более крупные капли. В-третьих, на поверхность капель, в силу явлений поверхностного натяжения, оседают водяные пары из окружающего насыщенного воздуха; наконец, не последнюю роль играют здесь электрические явления.

Так или иначе, при известных условиях капли достигают того предельного размера, при котором они начинают быстро падать на землю; правда, при большой сухости воздуха они иногда успевают испариться по пути, не достигнув земной поверхности.

„ДОЖДЬ КАК ИЗ ВЕДРА"

Может ли дождь итти не каплями, а сплошными струями, как вылитый из ведра? И какой величины бывают самые большие дождевые капли?

Ботаник и физиолог Визнер произвел ряд опытов; но получить непрерывные струи дождя ему не удалось. Не удалось ему и получить капель весом более 0,268 г: самые большие капли при падении с высоты всего 22 м разрывались на две, причем первая, бóльшая, весила не более 0,2 г. Возможно, что при известных условиях можно получить капли и несколько крупнее, но нет сомнения, что сведения о тропических дождях сплошными потоками или о каплях чуть не в дюйм диаметром нужно отнести к области легенд. Наибольшая капля Визнера в 0,268 г весом имеет в диаметре всего 8 мм. Стало быть, „дождь как из ведра" это только дождь из очень крупных капель, который из-за их быстрого падения кажется нам сплошным.

НЕБЕСНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ, ГДЕ ДЕЛАЕТСЯ СНЕГ

При температурах ниже 0° водяной пар сразу переходит в твердое состояние, и вместо капель получаются ледяные кристаллы. Основной кристалл воды имеет форму правильного шестиугольника. На вершинах такого шестиугольника осаждаются затем новые кристаллики, на них — новые, и так получаются те разнообразные формы звездочек-снежинок, которые хорошо знакомы жителям севера. Падая в облаках, звездочки смерзаются в снежные хлопья, увеличивающиеся по мере приближения к земле.

Французский воздухоплаватель Тиссандье имел случай наблюдать образование снега во время полета на воздушном шаре. Он поднялся однажды из Парижа во время сильного снега, падавшего большими хлопьями. По мере того, как он поднимался, хлопья становились меньше и, наконец, превратились в отдельные снежинки. А на высоте 2100 м он оказался в совершенно прозрачном воздухе, в котором носились мелкие снежные кристаллики, медленно падавшие и выраставшие при падении: это была настоящая лаборатория, где делается снег.

ЛЮБИТЕЛЬ СНЕЖНЫХ ДРАГОЦЕННОСТЕЙ

В Америке, в городе Вермонте, жил любитель-натуралист и фотограф Бентлей, который около 50 лет составлял своеобразную коллекцию фотографий снежинок, снятых под микроскопом. У него всего более 5000 таких снимков, причем среди них нет двух одинаковых! Он называл их „снежными драгоценностями", и действительно можно думать, что снимки его изображают бриллиантовые украшения, сделанные искуснейшим ювелиром. К нему и на самом деле постоянно обращались ювелиры и художники из области прикладного искусства, пользуясь его альбомами, как образцом для своих работ.

Бентлей умер в 1931 году. Незадолго до его смерти американское Бюро погоды издало атлас снежинок по его фотографиям, содержащий более 2500 снимков.

Снимать снежинки дело не легкое. Одно из самых больших затруднений оказывается в том, что на предметном стекле микроскопа, даже и в холоде, снежинка расплывается и теряет резкость очертаний. Американец хранил в тайне способ, которым пользовался, снимая снежинки; но наш соотечественник Сигсон в Рыбинске разгадал этот секрет, или сам нашел не худший способ. Оказывается, снежинки надо помещать не на стекле, а на тончайшей, почти паутинной, сетке из шелковинок, —

тогда их можно снять во всех их деталях; сетка же потом заретушируется. Коллекция Сигсона не так богата, но снимки его не хуже, чем у американца.

В 1933 г. наблюдатель полярной станции на Земле Франца-Иосифа Касаткин получил более 300 снимков снежинок разнообразнейшей формы, сделанных новым, оригинальным способом.

По большей части во всех кристаллах повторяется в различных сочетаниях основная шестиугольная форма,

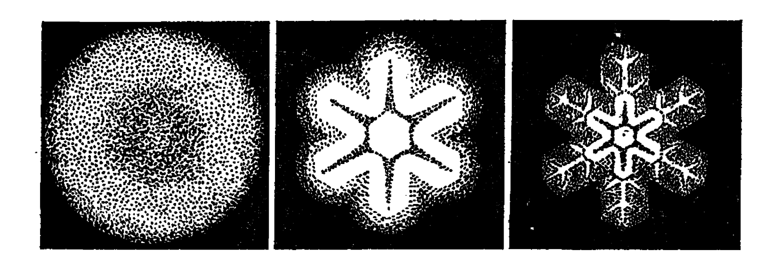


Рис. 38. Постепенный рост кристаллов иодоформа в опытах Лемана. Начальный кристалл имеет шестиугольную форму. Концентрация раствора выше всего у углов шестиугольника, и на них начинают нарастать лучи; рост опять идет сильнее всего в местах наибольшей насыщенности, т. е. у концов лучей, где получаются новые образования и т. д. Это, конечно, лишь самое общее объяснение явления.

но в некоторых случаях получаются снежинки совсем особенного вида, например, та, которая так напоминает часы, что Бентлей так и назвал ее „кристалл-часы". Было бы чрезвычайно интересно проследить зависимость между видом снежинок и различными условиями погоды; но вопрос этот пока еще далек от разрешения.

Проф. Леману, при работе с растворами иодоформа, кристалл которого тоже имеет шестиугольную форму, удалось получить в лаборатории искусственные „снежинки" иодоформа, совершенно похожие на обычные снежинки и проследить их постепенный рост (рис. 38).

ПОЧЕМУ СНЕГ ШЕСТИУГОЛЬНЫЙ?

Шестиугольная форма основных кристаллов снега была подмечена уже давно; в 1611 году знаменитый астроном Кеплер опубликовал сочинение „Новогодний подарок или о шестиугольном снеге“, где, говоря о формах снежинок, задает между прочим вопрос: „Отчего снег шестиуголен?“ и отвечает сам: „Вещь эта мне еще не открыта“. Проф. Б. П. Вейнберг, из весьма интересной книжки которого „Снег, иней, град, лед и ледники“ мы заимствуем это указание, замечает по этому поводу, что „ответ Кеплера приходится повторить и нам, хотя нас разделяет от Кеплера более чем три столетия“. Общий вопрос о том, почему то или иное вещество кристаллизуется в той или иной форме, еще весьма далек от разрешения.

Шестиугольная форма кристаллизации воды лежит в основе и тех разнообразных узоров, которые в морозные дни образуются на оконных стеклах; здесь на направление роста кристаллов влияют различные особенности поверхности, и кроме того частицы воды (пара) стремятся заполнить все промежутки между кристалликами, давая более или менее сплошные образования. Здесь мы не находим уже той правильности, какую обнаруживают отдельные снежинки.

КАК ПРИГОТОВИТЬ МОДЕЛИ ВЫПАВШЕГО ГРАДА

Град идет обычно из грозовых облаков, вершины которых достигают очень больших высот, так что капли выделившейся там воды сразу замерзают. Падая вниз и проходя через облако, они обмерзают новым слоем льда, а так как в грозовых облаках развиваются сильные вихревые движения, то они подхватываются ими и уносятся снова вверх. Если такая пляска продолжается несколько раз, то на первоначальном ядре может намерзнуть очень много льда и когда, наконец, градина упадет на землю, она оказывается довольно внушитель-

ных размеров. Однако тайну града нельзя считать вполне разгаданной: попадаются и кристаллические градины большой величины, не имеющие слоистого строения.

Такие оригинальные градины наблюдали и зарисовали, например, акад. Абих у нас на Кавказе и астроном Секки. Проф. Клоссовским зарисованы градины, поразительно напоминающие строение венчика махрового цветка вроде розы или мака, причем основная шарообразная масса градины соответствовала рыльцу и будущему плоду растения, а лепестковидные придатки к шарику воспроизводили полное подобие махрового венчика; часть лепестков была матовой, молочной структуры, часть же чисто прозрачного льда.

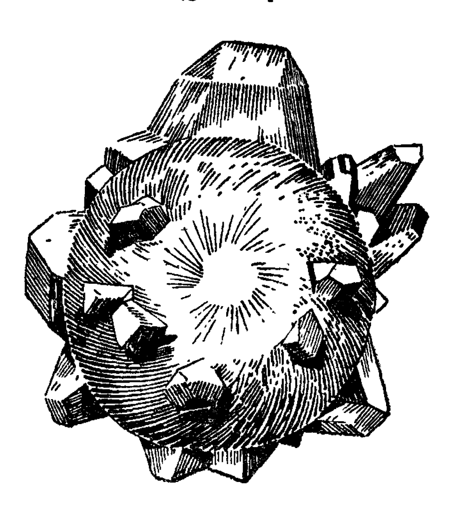


Рис. 39. Градина кристаллического строения, зарисованная Абихом на Кавказе.

Малоизученность этих явлений происходит от того, что во время выпадения подобного града часто не успевают сделать даже хорошей фотографии, а град между тем быстро тает Еще труднее успеть зарисовать градины. Проф. К. Жук предложил простой способ приготовлять модели из выпавшего града, но способ этот почему-то забылся, а между тем его можно рекомендовать всем любителям природы. Он состоит в том, что выпавший град облепляется разведенным гипсом. Последний настолько быстро затвердевает, что льдинки внутри него не успевают растаять и изменить своей формы. Когда же

градинка растает и вода вытечет сквозь поры гипса, пустоту заливают через отверстие сплавом Розе, нагретым до температуры 110° Ц. Сплав Розе приготовляется из одной части свинца, одной части олова и двух частей висмута.

КАКОЙ ВЕЛИЧИНЫ БЫВАЮТ ГРАДИНЫ?

Очень большие градины — с куриное яйцо и больше — выпадают, к счастью, редко; обычно град не превышает крупной горошины. Но иногда градины могут достигать поистине громадной величины. В июле 1928 г. в Соед. Штатах в городе Поттере градины достигали 30—35 см в окружности. Самая большая имела более 40 см в окружности и весила 600 г. Градины были ровные, шарообразные и состояли из концентрических слоев льда, намерзших на центральное ядро. Они падали довольно далеко одна от другой и целиком зарывались в землю. На нескольких домах были насквозь пробиты крыши, но люди, по счастливой случайности, не пострадали.

В 1926 г. 9 июня выпал крупный град в Одессе. Градины достигали веса 300 г, а ледяной покров, который образовался на земле, доходил до 30 см вышины. Местами бурей нанесло кучи града выше роста человека. В городе было попорчено много зданий, несколько человек были ранены градом, посевы в окрестностях были уничтожены на 70%.

На севере град достигает таких размеров очень редко, потому что там грозовые процессы не бывают так сильно развиты, как в жарких местностях; однако, и в Ленинграде бывали единичные случаи града с куриное яйцо.

КОГДА НАЧАЛИ ИЗМЕРЯТЬ ОСАДКИ

Чтоб изучить температуру и давление воздуха, нужно иметь некоторые знания по физике; но осадки, которые наиболее тесно связаны с полевыми работами и урожаем,

наблюдать гораздо проще; поэтому они измерялись уже в глубокой древности. В Библии есть сведения об осадках и об урожае в Палестине; в древних вавилонских книгах имеются подобные же указания. Но особенно интересны сведения, которые находим в древней индус-

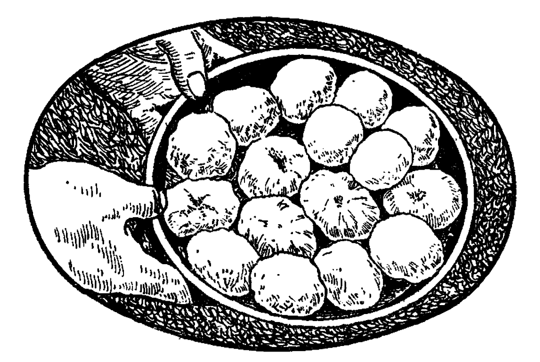


Рис. 40. Град, выпавший в 1926 г. в Соед. Штатах. Градины уменьшены; о их действительных размерах можно судить по изображению рук, держащих чашку.

ской книге „Наука о политике" министра Ханакли, написанной за 400 лет до нашей эры.

„Количество дождя, выпадающее в округе Янгала, есть 16 дрон; наполовину более того выпадает в округе Анупанами; $13^1/_2$ дрон выпадает в округе Асмакас, 23 дроны в Аводеіа и большое количество — в Ан-арантаме близ Гималаев, где на полях даже роют канавы для воды. Если треть нужного количества дождя выпадает в начале и конце дождливого времени, а две трети между ними, то такое выпадение дождя благоприятно".

„Есть три рода облаков, приносящих дождь на 7 дней без перерыва; „80" дают отдельные капли, а „60" бывают при свете солнца. Смотритель хлебопашества приказывает сеять хлеба, которые требуют больше или меньше влаги, смотря по количеству дождя".

Отсюда ясно, что древние индусы не только вполне сознавали зависимость урожаев от дождя, но и умели *измерять* дождь; приводимые числа заставляют думать,

что у них была даже некоторая сеть метеорологических станций и они имели понятие о средних величинах метеорологических элементов. Интересно и то, что у индусов в то время уже существовала какая-то классификация облаков, которые обозначались числами и считались связанными с той или иной погодой.

ПЕРВЫЙ ДОЖДЕМЕР

Эти сведения, однако, в дальнейшем были утрачены; проходит много веков, прежде чем мы встречаем снова мысль об устройстве прибора для измерения дождя у итальянца Кастелли, современника Галилея и Торичелли. Однажды во время прогулки он обратил внимание на очень низкий уровень озера близ города Перуджии; когда он возвращался домой, пошел сильный дождь, и ему пришло в голову выставить на дождь сосуд, чтобы посмотреть, насколько от дождя может подняться уровень озера. Он взял цилиндрический сосуд около „пяди“[1] высотой и $1/2$ пяди радиусом и через час определил количество дождя, равное в наших единицах меры $7^1/_2$ мм.

КАК МЕРЯЮТ ДОЖДЬ

Современный дождемер состоит из цилиндрического цинкового сосуда, который выставляется на открытом месте, где в него свободно льется дождь или сыплется снег. Площадь основания этого сосуда равна 500 кв. см. Чтоб ветер не выдувал снега, дождемер окружается „защитой“ в виде воронки. Для измерения воды можно взять стеклянный стаканчик с делениями, площадь основания которого в 10 раз меньше, чем у самого дождемера. Поэтому, если вылить воду из дождемера в ста-

[1] Пядь—древняя мера длины, расстояние между концами большого и среднего пальца мужской руки.

канчик, вода в нем встанет в 10 раз выше, чем в сосуде. Если такой стаканчик разделен на миллиметры, то каждое его деление отвечает слою воды высотой в 0,1 мм. выпавшему на поверхность земли. Если нам интересно знать общее количество воды, выпавшее, например, на наше поле, то надо только помножить высоту выпавшей воды на площадь поля.

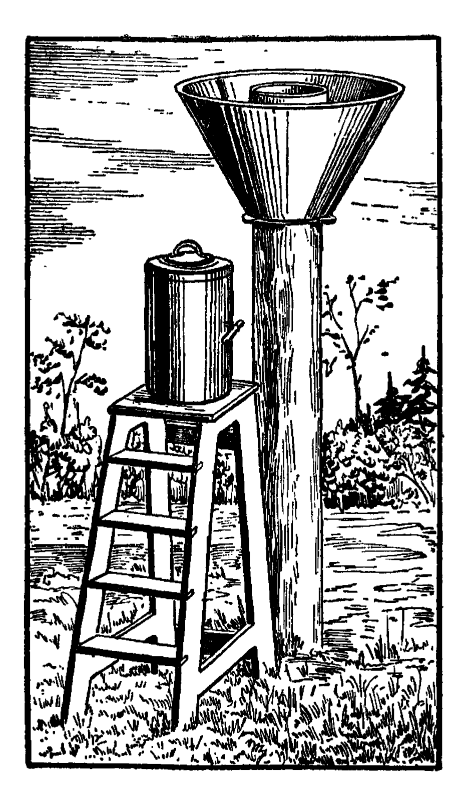


Рис. 41. Дождемер. Слева—вид самого дождемерного сосуда; справа—дождемер, установленный на столбе и окруженный защитой.

Положим, что, вылив воду в стаканчик, мы получили 50 его делений; значит, выпало 5 мм дождя; на каждый гектар это составит 5×10^{10} куб. мм = 50 куб. м воды. Так как литр приблизительно равен $^1/_{12}$ ведра, то это количество соответствует около 5 000 ведер воды на десятину (гектар = 0,9 десятины).

На метеорологических станциях, для большей точности отсчетов, применяется стаканчик с еще меньшей площадью; деления на нем наносятся так, чтобы объем воды между каждыми двумя делениями был равен 5 куб. см. Нетрудно видеть, что и в этом случае каждому делению стаканчика будет отвечать слой воды

в 0,1 мм на поверхности земли, но отсчет можно будет сделать точнее, так как столб воды в таком случае будет выше.

САМОЕ МОКРОЕ МЕСТО НА СВЕТЕ

Больше всего дождей выпадает обычно в горах, особенно если хребты их расположены перпендикулярно к направлению влажных ветров с моря. При этом особенной силы дожди достигают во влажных тропических областях. Одним из самых мокрых мест на свете может считаться Черрапонджи в горах индийской провинции Ассам, на высоте 1250 м над уровнем моря. Там выпадает в среднем за год 11 800 мм дождя. Это означает, что если бы вода не уходила в почву и не стекала, то за год накопился бы слой воды около 12 м вышиной. Немногим меньше выпадает в горах Камеруна (Африка) на станции Дибунджи— около 10 500 мм.

В СССР нет даже приблизительно такого мокрого места. Самое дождливое у нас место—Батум, на побережьи Черного моря, где за год выпадает около 2500 мм осадков, — меньше, чем в Черрапонджи за один только июль! Есть основания думать, что в горах близ Батума дождя бывает значительно больше, может быть и до 5000 мм. Чтобы составить себе представление о том, насколько велики эти количества, заметим, что в средней части Союза обычная годовая сумма осадков, дождя и снега вместе, не превышает для различных станций 250—700 мм.

Это — годовые количества дождя; а сколько дождя может вылиться за одни сутки? Здесь опять рекорд побивает Черрапонджи: там в один „прекрасный" июнь 5 дней сряду лил дождь, давший 2900 мм, причем в один из этих дней выпало 1036 мм —вдвое больше, чем в Москве за целый год. Очень обильные дожди, до 700 — 800 мм

в сутки, наблюдались в других местностях Индии, на Цейлоне, в Японии. У нас в СССР наибольшее количество дождя за сутки было 261 мм — в Батуме.

ЛИВНИ

Иногда дождь идет очень недолго, но льет так основательно, что и за несколько минут успевают вылиться

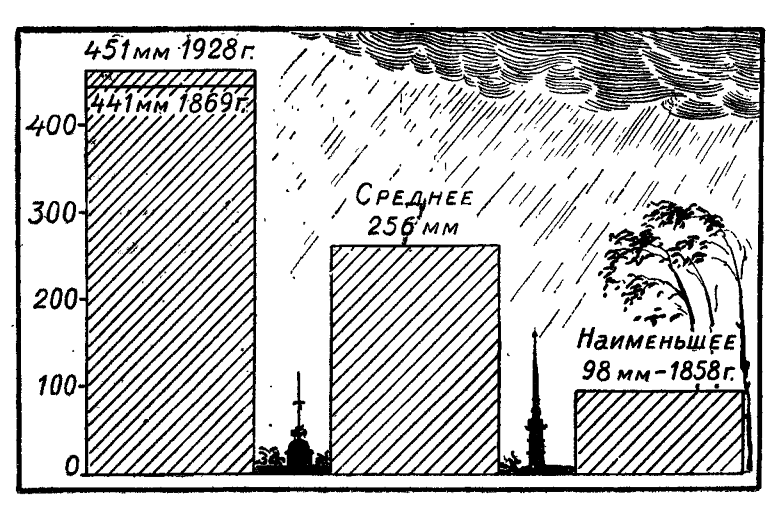


Рис. 42. Наибольшее, среднее и наименьшее количество атмосферных осадков в Ленинграде за июнь—сентябрь с 1858 г.

громадные количества воды. В Порте Белло, в Панаме, 29/XI 1911 г. в течение 3 минут шел ливень, давший 63 мм воды, т. е. в одну минуту 21 мм. Если согласно расчету на стр. 102 дождь в 5 минут дает 5000 ведер воды на десятину, то панамский ливень дал *в одну минуту* свыше 20 000 ведер на десятину! В Опидс-Кемп в Калифорнии 5 апреля 1926 года было отмечено в минуту более 25 мм! Подобной величины больше никогда и нигде не наблюдалось, и, вероятно, такой ливень представляет вообще чрезвычайную редкость. К счастью, эти ливни и про-

должаются не более 3—5 минут; но так как при этом вода не успевает впитаться в землю, то и за такой короткий срок ливень может наделать много бедствий.

ЛИВНИ И ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ

Ночью с 29 на 30 июня (ст. ст.) 1882 г. по Московско-Курской железной дороге в пределах Тульской губ. летел поезд, переполненный пассажирами. Непогода разыгра-



Рис. 43. Разрез грунтовых слоев в месте оползня на Октябрьской железной дороге под Ленинградом. Заштрихованный слой — непроницаемый для воды. Под ним находится водоносный слой, откуда вода под увеличенным давлением, вследствие обилия осадков, проникла через непроницаемый обычно слой и подмыла насыпь.

лась ужасная. Непрерывная канонада грома; ослепительные молнии бороздили небо; целыми потоками лил неперестававший дождь. В местности, называемой Кукуевкой, поезд вдруг сорвался с насыпи. Произошла ужасная катастрофа, стоившая жизни множеству пассажиров. При расследовании оказалось, что почти вся насыпь была размыта дождем и превратилась в жидкую грязь, в которую врезались и в которой потонули вагоны с людьми. Обвиняли инженеров, не рассчитавших точно объемов водопропускных труб, дорожных сто-

рожей, не заметивших своевременно размыва пути. Но главным виновником оказалась слепая стихия; это обнаружилось впоследствии лишь в кабинетах Главной физической обсерватории, куда стекались со всей России метеорологические наблюдения. Соймонов, скромный наблюдатель метеорологической станции, незадолго перед тем открытой в поселке Михайловском, вблизи Кукуевки, измерил утром 30 июня необычайное для тех мест количество выпавшего за сутки дождя — 146 мм. Можно рассчитать, что в ночь Кукуевской катастрофы выпало дождя 1460 куб. м на гектар (130 000 ведер на десятину). Это составляет 25% годового количества воды в среднем, выпадающего в этих местах. Никогда после того такого суточного обилия здесь не наблюдалось.

Катастрофические ливни, подобные кукуевскому, случаются не часто. Но влияние осадков может оказаться вредным для железнодорожного строительства и вообще, если стоит затяжной дождливый период. Так, в начале сентября 1928 г. в 30 км от Ленинграда начала постепенно оседать железнодорожная насыпь; за несколько дней насыпь осела на 5 м. В виду того, что оседание происходило постепенно, железнодорожный надзор вовремя это заметил, и сообщение с Москвой пришлось производить окольным путем, с большим запозданием,— факт беспримерный в истории Октябрьской жел. дороги, старейшей в СССР. Уже это одно показывает, что осадки лета 1928 г. отличались особенным изобилием Сопоставляя количество осадков в Ленинграде за месяцы июнь — сентябрь по разным годам, можно видеть, что в среднем здесь их выпадает 256 мм. За лето 1928 г. осадков выпало 451 мм—максимальная величина для Ленинграда за все время наблюдения здесь над осадками. В обсерватории была составлена карта распределения осадков в окрестностях Ленинграда, причем оказалось, что

максимум их расположен как раз на перегоне Поповка — Колпино, где произошел оползень. На этом участке имеется большая насыпь и за ней выемка, сделанная в верхнем водонепроницаемом пласте глины. Подстилающий этот пласт водоносный слой в обычные годы пропитывается водой до верху, но летом 1928 г. давление воды в этом слое, очевидно, оказалось достаточным, чтобы она проникла через трещины в глиняном слое под основание насыпи и подмыла ее.

МЕТЕОРОЛОГИЯ И БИБЛЕЙСКИЙ ПОТОП

В Библии рассказывается о всемирном потопе, который будто бы случился от того, что шел дождь „40 дней и 40 ночей“; земля покрылась водой настолько, что знаменитый Ноев ковчег мог причалить только к вершине Арарата — по библейским преданиям (и к вершине Эвереста — по преданиям древних индусов). Мог ли на самом деле быть такой дождь, и если мог, то какой силы он должен был бы быть, чтоб покрыть водой всю землю до вершины величайших гор?

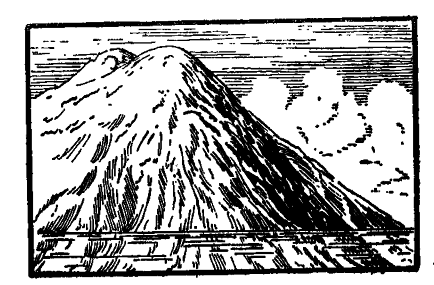


Рис. 41. Самый сильный из наблюдавшихся ливней, если бы продолжался 40 суток, мог бы дать количество воды, которое покрыло бы Арарат несколько выше подошвы, но никак не до вершины, как говорится в легенде о потопе.

Здесь нам пригодятся дождемерные наблюдения. Во-первых, известно, что ни один дождь, даже и умеренный, не продолжается без перерыва более 4 дней. Но если бы даже беспрерывный дождь в течение 40 суток был возможен, то, чтоб за 960 часов дать высоту воды до вершины Арарата (5150 м), он должен был бы итти

с силой около 100 мм в минуту! А если считать, что был покрыт водой даже и Арарат и ковчег причалил к Эвересту, то дождь должен был бы итти с силою 150 мм! Цифры совершенно невероятные. Таким образом предание о всемирном потопе от дождя не имеет под собой ни малейшего научного основания.

ЕСТЬ ЛИ МЕСТА, ГДЕ НИКОГДА НЕ ШЕЛ ДОЖДЬ?

Так как в пустынях, где только и возможно такое полное бездождие, метеорологических станций очень мало, то ответить на этот вопрос с полной достоверностью трудно. Известный немецкий метеоролог Гельман полагает, что таких мест нет. Не так давно считали, что в одном из самых сухих мест земного шара — долине Нила выше Ассуана — дождей совершенно не бывает, но когда там начались правильные метеорологические наблюдения, оказалось, что это неверно: хоть и слабые и редкие, но дожди там все же бывают. Однако, практически это мало отличается от бездождия. В другом подобном же месте, в сухой долине Хальфа в Аравии, за 10 лет было всего 22 дня с дождями; притом эти „дожди" давали такие малые количества воды в дождемере, что их нельзя было даже измерить.

На побережьи Чили и Перу в Калифорнии, в юго-зап. Африке, в пустынях Австралии дождей в измеримом количестве не выпадает иногда в течение нескольких лет подряд. И лишь иногда долгая засуха прерывается кратковременными, но сильными ливнями.

Путешественники, посетившие пустыню Атакама в Ю. Америке, полагают, что сколько-нибудь значительных дождей в некоторых частях этой пустыни не было целыми столетиями; найденные там трупы первых испанских золотоискателей сохранились в виде высохших мумий, хотя пролежали более 400 лет!

СКОЛЬКО ВСЕГО ДОЖДЯ ВЫПАДАЕТ НА ЗЕМЛЕ?

Подсчитано, что каждый день на всей Земле выпадает столько дождя, что он мог бы наполнить резервуар площадью в 1000 кв. км и глубиной в 3 с лишним метра. Это площадь квадрата со стороной около 32 км, и вся эта вода весит 3 миллиона миллионов тонн.

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ

Количество выпавшего снега измеряется, как и количество дождя, дождемером, но предварительно приходится внести дождемерный сосуд в теплое помещение, чтоб снег растаял. Если говорят „выпало 10 мм снега", то это не значит, что толщина снежного покрова на земле возросла на 10 мм, а означает, что если бы вместо этого снега была вода, она покрыла бы землю слоем в 10 мм глубины.

Толщина же снежного покрова измеряется снегомерной рейкой, разделенной на сантиметры и установленной на открытом месте, где нет сугробов и снег не выметается ветром.

Важное значение имеет *плотность* снега, т. е. отношение объема воды, получающейся при таянии снега, к первоначальному объему самого снега. Чем снег рыхлее, тем меньше его плотность. Обычно снег бывает особенно рыхлым при большом морозе; в оттепель, напротив, он подтаивает и оседает.

КАК ТАЕТ СНЕГ?

Многим покажется странным, что весеннее таяние снега, повторяющееся в умеренных широтах каждый год, до сих пор не получило исчерпывающего объяснения. Не выяснено вполне, откуда берется та энергия, которая необходима для таяния громадных количеств снега, столь быстро исчезающих во время оттепелей. Наблюдения над

приходом тепла от солнца показывают, что ранней весной он меньше расхода от лучеиспускания или лишь немного больше его; а если вспомнить, что снег обладает громадной отражающей способностью, то станет ясно, что солнце не играет большой роли в таянии снега. Влияние дождя оказывается еще ничтожнее, так как из подсчетов следует, что 20 мм дождя, имеющего температуру в 5°, могут уменьшить снежный покров всего на полсантиметра. Повидимому, таяние снега во время оттепелей, охватывающих большие пространства, зависит преимущественно от теплых ветров, приходящих с юга, т. е. с суши, где снег уже стаял, или же с морей, свободных от льда. Но и это предположение встречает некоторые затруднения. Нужно еще много наблюдений над солнечным излучением в ясные дни, над излучением небесного свода — в пасмурные и над движениями воздуха, образующими ветер, чтоб учесть в точности все эти влияния.

ОТЧЕГО СНЕГ СКРИПИТ?

Все мы знакомы со скрипом снега зимой, особенно в сильные морозы. Но не все ясно отдают себе отчет, что этот скрип — не что иное, как шум от раздавливаемых мельчайших кристалликов снега. Каждый из этих кристалликов так мал, что, ломаясь, дает звук, вряд ли даже доступный человеческому уху; однако, снежный покров состоит из мириадов таких кристалликов, и все эти звуки, суммируясь, дают уже вполне явственный скрип.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ВЕТЕР

КАК ИЗМЕРИТЬ ВЕТЕР?

Под ветром разумеют движение воздуха в горизонтальном направлении; чем быстрее движется воздух, тем сильнее ветер; энергия движущегося тела пропорциональна квадрату его скорости.

Моряки часто измеряют ветер по шкале Бофорта (английский адмирал, предложивший эту шкалу в 1806 г.), где нуль означает штиль, 12 баллов — ураган, а остальные ступени — различные промежуточные силы ветра. В метеорологии ветер измеряют числом метров, проходимых им в секунду времени.[1]

Как же узнать, сколько метров ветер проходит в секунду?

Ведь ветер не уловишь. Тут, конечно, приходится применять косвенные методы. Один из них основан на том, что ветер вертит особую мельничку из четырех полушарий, направленных в одну сторону (крест Робинзона), и она вертится тем скорее, чем сильнее ветер. Такие мельнички-„вертушки“ можно видеть на башне каждой метеорологической обсерватории. Мельничка соединена механической или электрической передачей со счет-

---

[1] Шкалу Бофорта и соответствующие ей скорости ветра можно найти в „Занимательной авиации“ К. Е. Вейгелина. (Изд. „Время“, Лгр., 1928).

чиком ее оборотов, по числу которых и судят о силе ветра. Прибор этот называется анемометром.

Другой способ — измерить *энергию* ветра и, зная, что она пропорциональна квадрату его скорости, вычислить эту скорость. На этом и основан употребляемый у нас на метеорологических станциях флюгер Вильда. Это — доска, подвешенная на горизонтальной оси, которая под действием ветра устанавливается против того или иного штифта дуги, помещенной тут же. Доска бывает всегда определенных размеров и определенного веса, и тогда раз навсегда можно определить, какой штифт соответствует какой силе ветра. Для местностей с сильными







Рис. 45. Древние барельефы, изображающие ветры на „Башне ветров“ в Афинах.

ветрами делается еще вторая, более тяжелая доска, по которой отсчитывается более сильный ветер.

Эга идея — измерять ветер посредством поднятия груза — встречается впервые у Леонардо да-Винчи, описавшего подобный прибор еще в 1500 г. Такой прибор был позднее построен и описан Р. Хуком, современником Ньютона.



Рис. 46. „Башня ветров“ в Афинах.

До этого времени точных измерений силы ветра, повидимому, не было; она определялась лишь по ощущению и по действию на земные предметы. Древние народы, в жизни которых мореплавание играло громадную роль, имели о ветрах, по крайней мере местных, довольно определенные представления.

В 100 г. до нашей эры в Афинах македонцем Андроником была построена „Башня ветров“, и на ней флюгер в виде тритона, который, вращаясь, указывал палочкой на изображение того или иного ветра. Ветры представлены на фронтоне в виде мужских фигур; холодные ветры изображаются как старцы в темной одежде („Борей“); теплый западный ветер — как юноша с цветами или плодами в руках. Флюгер давно сломан, но башня с изображениями ветров до сих пор цела в Афинах.

Интересно сравнить розу ветров, которой пользовались греки, с розой нашего компаса: разница оказывается лишь в обозначениях. Обозначения латинскими буквами, принятые в настоящее время, N, NNE, NE, ENE, E и т. д. приписываются Карлу Великому, но есть намеки на то, что по крайней мере деление на 8 румбов было известно уже финикиянам.

МЕТЕОРОЛОГИЯ В ПОМОЩЬ ИСТОРИКУ

Немецкий метеоролог проф. Г. Фикер обратил внимание на то, что у древних сумерийцев (народ, обитавший некогда в Вавилонии и оказавший большое влияние на всю вавилонскую культуру) — страны света обозначались так: восток — гора; запад — дождь; север — шквал; юг — облака. Проф. Фикер делает отсюда заключение, что родиной сумерийцев был западный Туркестан.

Действительно, здесь дана вся климатография западного Туркестана с краткостью, — говорит ученый не без иронии, — которой не отличается большинство научных климатологических трактатов. Для этой страны на востоке горы — Памир; ветер с севера приносит холодное дыхание Арктики и шквалы, не дающие дождя; на юге — горы Афганистана, часто покрытые облаками; ветер с запада обычно сопровождается дождем.

ГДЕ ДУЮТ САМЫЕ СИЛЬНЫЕ ВЕТРЫ?

Ветер, с которым мы чаще всего встречаемся в обычных условиях, это ветер от 3 до 10 м в сек. Ветер менее 3 м в сек. — очень слабый ветер, при котором едва шевелятся листья деревьев; ветер более 10 м в сек. — уже сильный ветер, гнущий небольшие деревья и неприятно ощущаемый человеком. Ветер более 15 м в сек. уже обозначается у метеорологов как „буря“.

В умеренных широтах бури встречаются не часто; но есть места, где в силу самого их положения часто

бывает сильный ветер. Таковы моря, где сила ветра, пролетающего над водой, мало ослабляется трением (трение о воду гораздо меньше, чем о поверхность суши), и морские побережья. Кроме того, из-за убывания плотности воздуха с высотой, сила ветра возрастает с поднятием вверх, и потому на горах почти всегда бывает ветренее, чем внизу. Далее, все те местности, где возможны большие разности нагревания соседних участков, благоприятны для развития сильных ветров.

Чрезвычайно сильные ветры наблюдались на ледяных просторах Арктики и Антарктики. Самым ветреным местом на земном шаре надо, вероятно, признать „Землю Адели" в Антарктике, где, по наблюдениям Маусона в 1912—13 гг., оказалась средняя скорость ветра более 22 м в сек.! Затишье там — редкость; за некоторые дни средняя суточная скорость ветра доходила до 44 м в сек., а отдельные порывы ветра — до 90 м в сек. Давление ветра на кв. метр должно при такой скорости доходить до чудовищных цифр.

ТЬМА ЕГИПЕТСКАЯ НА УКРАИНЕ

Среди десяти казней египетских, которыми грозный еврейский бог Ягве будто бы мстил египтянам за притеснения своего народа, обращает на себя внимание трехдневная тьма, в течение которой люди не видели друг друга и никто не вставал с места своего (Исход, X, ст. 21—23). Явление это можно объяснить присутствием в воздухе множества пыльных частиц. Такое явление наблюдается и у нас, особенно на юге, — на Украине. Пыль оседает после сильного ветра и покрывает все предметы. Зимою — снег становится черным. Весною, когда это чаще всего случается, пыль примешивается к дождю и придает черную или красноватую окраску, создавая впечатление „черных" или „кровавых" дождей.

Описанные явления обязаны присутствию в атмосфере твердых частиц, приносимых ветром из других стран. Красноватая пыль приносится, повидимому, из Африки и представляет собою мельчайшие частицы песка Сахары. В Западной Европе это наблюдается чаще, чем у нас, и в средние века обычно вызывало суеверный ужас. Чаще выпадает серая или желтая пыль, приносимая, как установлено, в большинстве случаев из степей Туркестана. В некоторых случаях, повидимому, пыль имела вулканическое происхождение.

25—28 апреля 1928 г. появление такой пыли на Украине, а также в Польше и Румынии, произвело особенно сильное впечатление. Резкий ветер, начавшийся вечером 25 апреля в восточной части Украины, принес с собою множество сероватой или буроватой пыли, которая на другой день распространилась почти по всей Украине, — к северу до Харькова и Полтавы, к западу до Польши и Румынии, к востоку до Сталинграда. Пыль легла в некоторых местах наподобие снежных сугробов, а там, где бури не было, осела тонким слоем на всех предметах или выпала в виде черного — вернее, грязного — дождя. Присутствие этой пыли в воздухе настолько помрачило дневной свет, что местами нельзя было рассмотреть даже близких предметов. Чтобы продолжать в домах дневные работы, приходилось зажигать огонь. Ужас увеличивался еще тем, что местами появились разряды атмосферного электричества в виде вспышек молнии и огней Эльма на остроконечных предметах. При этом бушевала сильная буря, во время которой ветер имел восточное направление. Лишь к вечеру явление стало ослабевать, но во многих местах оно наблюдалось и на другой день. Так, в Польше и Румынии пыль стояла в воздухе и постепенно оседала или выпадала с дождем даже на третий день, причем явление распространилось до Карпат. „Сухой туман“, т. е. пыль в воздухе, отмечен был в эти же

дни во многих местах у нас на Кавказе, по побережью Черного и Каспийского морей. Очевидно, явление сначала имело центром нашу Украину, потом уже в течение следующих дней растеклось в воздухе на большую территорию. Сухой туман был отмечен даже в Москве.

В Польше был произведен подсчет количества выпавшей пыли. Оказалось, что здесь ее выпало около

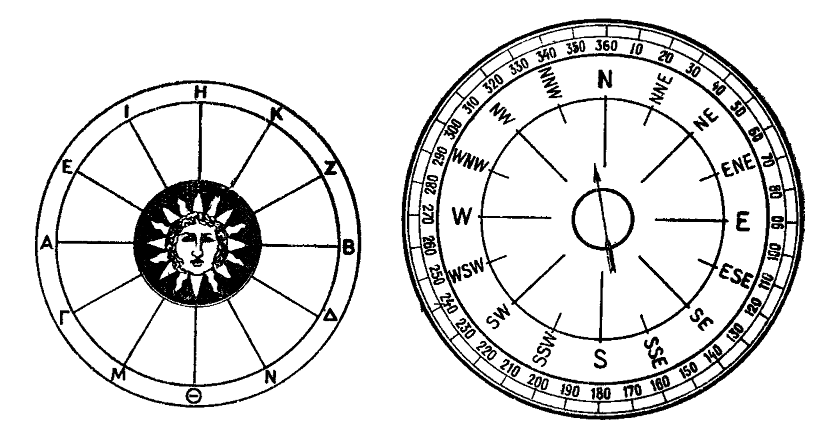


Рис. 47. Древнегреческий круг с указанием стран света и деление нашего современного компаса.

1 150 000 т, а вместе с Румынией — 1 180 000 т. Такое громадное количество пыли было сорвано откуда-то и принесено сюда. Откуда же? Польские метеорологи полагали, что из Средней Азии. Между тем на Украине было отмечено в некоторых местах выдувание посевов, что говорило скорее о местном происхождении явления. Циклон, с которым связана эта буря, шел не из Средней Азии, а из Малой, через Черное море. В таком случае пыль могла бы быть принесенной из Африки. Но так как она имела серую окраску и нигде на Кавказе явления помрачения не наблюдалось во время прохождения циклона („сухой туман“ появился уже потом), то остается

думать, что пыль была поднята в воздухе где-то на самой Украине. Количество же ее, вероятно, преувеличено вследствие ошибочного подсчета.

Пыль, собранная в разных местах Украины и Польши, подвергалась анализу; оказалось, что она состоит из кремнезема, серно-кислых и фосфорно-кислых солей с примесью частиц каменного угля, очевидно захваченных в Донбассе.

НОВОРОССИЙСКАЯ И НОВОЗЕМЕЛЬНАЯ БОРА

Особые ветры, известные под названием „боры", дуют на побережьи Адриатического моря, а в СССР — в Новороссийске, на Черном море. Возможно, что самое слово „бора" происходит от греческого Борея, означавшего сильный холодный ветер.



Рис. 48. Оледенелый маяк после „боры".

Как Триест на Адриатике, так и наш Новороссийск лежат на побережьи теплого моря, отделенного сравнительно невысоким горным хребтом от внутреннего нагорья. Зимой это нагорье значительно охлаждается, и возникают очень большие температурные разницы с теплым морским побережьем, а кроме того, и сравнительно повышенное давление на нагорьи. Если к этому еще присоединяется высокое давление внутри страны, то массы холодного

воздуха переваливают через хребет и опускаются по ту сторону вниз, в виде „падающего ветра“. Не надо, конечно, думать, что они падают вертикально, наподобие воздушного водопада; угол наклона их движения к горизонту невелик — не более 15°. Но и этого достаточно, чтобы развить очень значительную энергию.

Обрушиваясь в море, ветер поднимает волны и брызги, которые тут же замерзают, и все предметы покрываются толстой корой льда. При сильных бурях нередко обледеневают и гибнут большие суда. Маяки, телеграфные

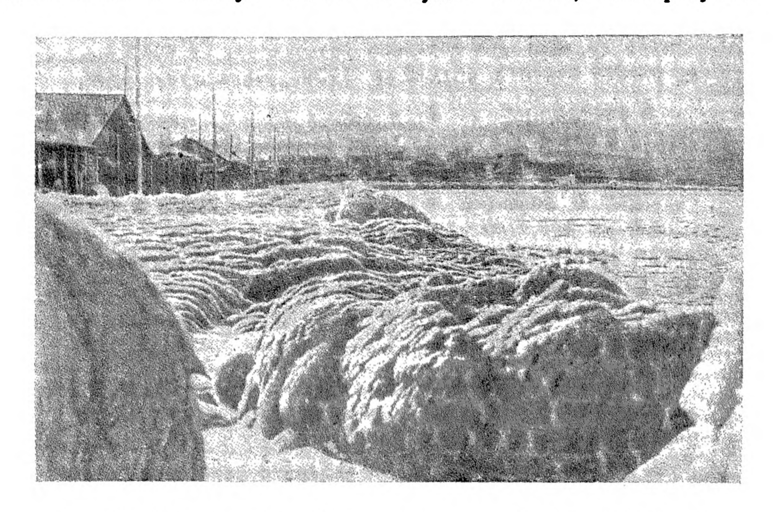


Рис. 49. Оледенелая набережная после „боры“ в Новороссийске.

столбы превращаются в бесформенные глыбы. Так как ветер этот зависит от падения воздуха с хребта, он ослабевает с удалением от берега, и поэтому при приближении боры единственное спасение для судов — выйти в открытое море.

Вот как описывает бору 3—9 января 1893 г. заведующая Новороссийской станцией А. П. Преображенская, проработавшая там более 30 лет.

... 4 января. Все время густой туман в горах, который вечером покрывал все горы до подошвы и несся с неимоверной быстротой: на бухте к нему присоединились брызги от вздымаемых волн и пар, так что не то что противоположного ее берега, но и ближайших пароходов нельзя было разглядеть. Температура к вечеру — минус 7,2° (утром — минус 1,0°).

5—6 января. Все время NE и NNE с силой урагана. Температура к вечеру 6 I — 12,0°.

7 января. NE еще усилился, отдельные удары до 40 м/с. Над бухтой утром появилась небольшая полоса овально скатанных, точно вращающихся вокруг горизонтальной оси облаков, которая к полудню пропала. Около 12 дня у защиты дождемера сорвало два железных наугольника, и пришлось, чтоб не унесло воронку, убрать ее. Температура минус 12,6°.

8 января. NE до 40 и свыше 40 м/с, часов до 12 дня. Около 5 часов дня, когда ветер дул порывами и менял направление, одним из ударов его сорвало Робинзоновы чашки, сбросило и покатило вниз по площадке, измяв и порвав их. Ночью же под 8 число разбило чугунную, очень тяжелую садовую скамью, стоявшую на террасе спинкой к стене; с этого места ее отбросило к западной решетке террасы, ударило, разбило и воткнуло ножки в отверстие решетки так, что потом с трудом могли ее извлечь оттуда...

9 января. Утром отдельные удары NE достигают до 30 м/с, по временам почти стихая, днем перешел в умеренный, а вечером E метра 4. С 10 ч. начался дождь при N и температуре ниже 0°, так что, падая, тотчас замерзает, облепляя все ледяной корой, иные же капли замерзали, не успев упасть, и падали в виде круглых, совершенно прозрачных льдинок; их выпало так много, что они почти покрыли всю поверхность земли. Часам к 6 вечера ветер почти стих.

Ветром в эти дни срывало черепицу и железо с крыш, сбивало с ног людей, опрокидывало фаэтоны... В бухте стояли 10 пароходов, деревянный бриг и греческое судно; всех их покрыло с низу до верху ледяной корой; у многих обломало мачты. Деревянный бриг, груженый сеном, стоял на рейде на двух якорях (цепи якорные одна в 1 дюйм, другая в 1¼) и еще закреплен был тросовым концом (окружность 8 дюймов) за бакен. От ударов ветра и волн цепи и канат лопнули, и его выбросило на городской берег, обломив до основания мачты

и повредив подводную часть... На станции Новороссийск срывало даже железные кровли с вагонов и зданий, опрокинуло 2 груженых вагона на пути, 7 вагонов прогнало ветром около 250 сажен по пути и два из них, пригнав к мощеной дороге, где рельсы не уложены, перетащило через нее и тротуар, причем пришлось въехать на высоту сажени. Одному из производителей работ строящегося здесь порта пришлось 4 января ехать в рабочем поезде (в составе 6 вагонов и паровоза, общим весом без паровоза 4700 пудов) из Мысхако до Новороссийска, около 12 верст, и это расстояние едва проехали в 5 часов, останавливаясь по пути 6 раз для поднятия пара; такова была сила дувшего им навстречу NE.

Подобные же метеорологические условия имеются и на Новой Земле, где центральная возвышенность окружена с нескольких сторон горными хребтами. Пересекая остров, ветер под влиянием этих хребтов меняет направление и силу и проявляется на побережьях в виде боры. Здесь, повидимому, большую роль играют и вихревые движения воздуха, вызывающие образование в начале боры особых облаков над горами, имеющих оригинальную грибообразную форму. Уже в 1788 г. В. Крестинин, по рассказам мезенских промышленников, пишет о Новой Земле:

„Жестокие погоды начинаются в Филиппов пост и продолжаются до Великого поста, почти около 3-х месяцев. Бури длятся часто по неделе, иногда же по 10 дней и по 2 недели. В то время весь видимый воздух занимается густым снегом, кажущимся наподобие курящегося дыма, человек же, потерявший из своих глаз становище, не может в сие время на пустом месте не заблудиться, потому что со всех сторон ничего, кроме снежных частиц, видеть не может и в таком случае голодом и холодом погибает“...

Сила ветра во время боры доходит до 20—35 м в сек., отдельные порывы — еще сильнее. Немудрено, что ветром выбрасываются на берег суда, с гор несутся камни, людей сбивает с ног.

Наблюдатель метеорологической станции в Малых Кармакулах в 90-х годах прошлого столетия, монах Иона, рассказывал акад. Чернышеву такой эпизод: однажды буря разыгралась как-раз во время Пасхи. Сцепившись руками, монах с самоедами добрались ползком до церкви; но когда по окончании службы богомольцы стали выходить по-одиночке, они подхватывались по очереди ветром и были разбросаны по берегу и льду бухты, причем самого Иону ветер перебросил на несколько десятков саженей прямо к дверям его жилища! Наверное монах счел это „чудом“ в награду за благочестие.

САМОЕ ВЕТРЕНОЕ МЕСТО В СССР

В Новороссийске, для изучения боры, устроена, кроме основной метеорологической станции в городе, еще станция на высоте 435 м над морем в седловине того самого хребта Варада, от которого и происходят все несчастья (на Мархотском перевале). Это место по праву может считаться самым ветреным местом в СССР. Летом, в хорошую погоду, это — чудеснейший уголок. С одной стороны хребет, круто обрывающийся к необозримому морю. По другую сторону более пологий склон, горы, покрытые лугами или прекрасными лесами; солнца хоть от-

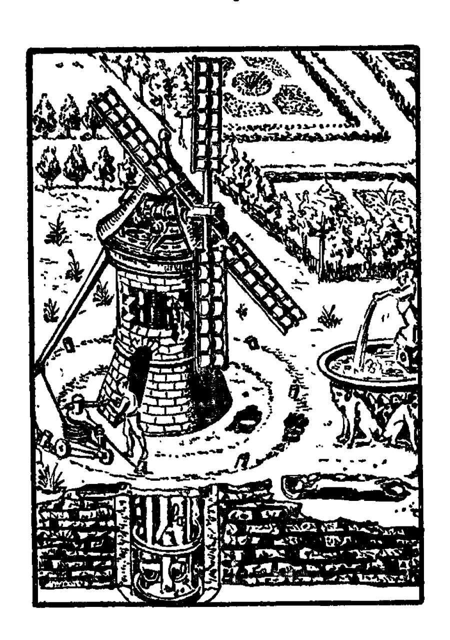


Рис. 50. Старинное изображение голландской ветряной мельницы.

бавляй, воздух чистый и прозрачный. Зато с ноября начинаются ветры (летом они редки), то с NE — „норд-ост“ или бора, то с SW — „моряк“. Средняя скорость ветра на Мархоте за год — 9 м в сек. — наибольшая во всем Союзе. Бывают годы, когда в зимние месяцы средняя скорость достигает 14—16 м в сек., а во время бурь скорость ветра нередко доходит до 40 м в сек.

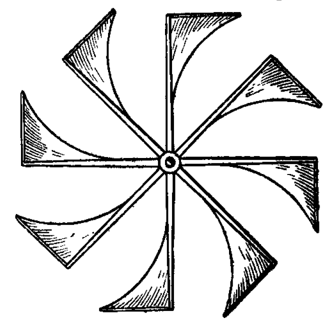


Рис. 51. Древнегреческая ветрянка с парусами.

Заведующий Мархотской станцией, работающий там уже около 20 лет, большой патриот своей „горы“, говорит юмористически: „Да, вот так определяется сила ветра по ощущению. Когда я во время наблюдений с трудом иду к приборам, это более 16 м в сек. Когда мне, чтоб не слететь в обрыв, приходится держаться за все, что есть по дороге, это уже больше 25 м в сек. А когда я иду на четвереньках, это уже около 40 м в сек.“. Надо видеть этого высокого, широкоплечего „Мархотянина“, как его зовут в Новороссийске, чтоб ясно представить себе, что когда он вынужден итти на четвереньках, — значит дело серьезное...

Дочь его рассказывала мне, что однажды, вернувшись из Новороссийска в подобную бурю, с громадными затруднениями, она не могла дойти до двери дома: хотя она держалась за брата, ветром их обоих несло к обрыву и им пришлось сесть на землю, уцепиться за стену и просидеть так до краткого затишья, когда им удалось ползком добраться к входу. И все-таки в такую погоду персонал станции, не пропуская ни одного дня, делает систематические наблюдения!

УРАГАНОМЕР

До сих пор на Мархотской станции в Новороссийске ветер мерялся только при помощи флюгера Вильда с тяжелой доской; ни одна более тонкая установка не могла выдержать ни силы ветра, ни оледенения, которое зимой переломало не один анемограф. В последнее время там установлен „ураганомер“ нашего физика М. И. Гольцмана—прибор массивный и солидный. Это та же Робинзоновская вертушка, но вместо счетчика оборотов, скорость ветра измеряется быстротой вращения особой жидкости в трубке, ось которой совпадает с осью вращения прибора. Под влиянием центробежной силы, жидкость поднимается тем выше, чем быстрее вращается вертушка, и химически окрашивает желатин, которым покрыты внутренние стенки трубки; таким образом, по высоте окрашенного слоя можно судить о наибольшей силе ветра за любой промежуток времени.

ФЕНЫ — ПОЖИРАТЕЛИ СНЕГА

В горных странах часто, особенно зимой, дуют особые ветры—„фены“, причина которых в основном та же, что и „боры“. Если по одну сторону хребта устанавливается область низкого давления воздуха, по другую—высокого, то при определенном расположении этих областей создается течение воздуха от высокого к низкому давлению через хребет. Поднимаясь на наветренной стороне, воздух охлаждается примерно на 0,5° на 100 м и выделяет влагу в виде облаков и осадков. Опускаясь уже сухим, на подветренной стороне, он нагревается примерно на 1° на каждые 100 м высоты, и от этого повышения температуры его относительная влажность еще уменьшается. Вниз к подножию хребта он приходит поэтому в виде сухого и теплого ветра. При большой высоте хребта нагревание может достигать очень значи-

тельной величины, особенно если разность температур по обе стороны хребта была не слишком велика.

Положим, например, что в области, откуда дует ветер, температура равна 10°, а по другую сторону гор—15°; пусть высота горного хребта 2500 м. Поднимаясь с наветренной стороны, воздух охладится на $\frac{2500 \times 0,5}{100} = 12°,5$, т. е. придет на вершину с температурой —2°, 5. При этой температуре он не может содержать много водяных паров, и большая часть их выделится в виде осадков. Опускаясь вниз по другую сторону хребта, воздух, как уже не насыщенный, будет нагреваться на 1° на каждые 100 м, т. е. придет вниз с температурой —2°.5+25°,0 =22°,5. Таким образом вместо температуры 15° внизу получается 22°,5—на 7°,5 выше, чем до фена; влажность при фене также резко падает.

Такие повышения наступают по большей части внезапно и, если дело происходит зимой, сразу меняют морозную погоду на сухую и теплую. Если фен дует несколько дней подряд, он быстро „съедает" снеговой покров; его так и зовут в Альпах „пожирателем снега". Подтаивание снега нередко влечет за собой обрушивание больших снежных масс на горных склонах, так называемые лавины, чрезвычайно опасные для путешественников в горах. При первых признаках фена, — а одним из признаков его является облачная стена над вершиной хребта, так и называемая „феновой стеной", — им необходимо спуститься в безопасное место.

При боре температура также повышается, но притекающие сверху массы сами по себе значительно холоднее, чем при фене, а потому, несмотря на нагревание от опускания вниз, приходят к подошве горы все же еще достаточно холодными. По основному же характеру фен и бора—ближайшие родственники. Фен, как и бора,

может достигать очень большой силы и нередко валит деревья на лесистых склонах гор.

Очень хорошо описывает фен известный немецкий метеоролог Г. Фикер, который особенно подробно изучал фены в Австрийских Альпах и еще в молодости устроил для этой цели ряд специальных горных станций на разных высотах. В одной из статей он сообщает, что ему пришлось за один сезон подняться 55 раз из Инсбрука (580 м) на Патчеркофель (1970 м), так что он сделал в общем более 150 000 м подъемов и спусков. „Так, для разнообразия,—пишет он,—материал для докторской диссертации получался преимущественно при посредстве ног, тогда как обычно в этих случаях предпочитается более сидячий образ жизни...“

Вот описание фена, которое дает Фикер в одной из своих популярных статей.

„Холодная зимняя ночь в горной долине. Резко и ясно вырисовываются снежные горы на темном ночном небе, на котором беспокойно блещут звезды. Несколько длинных, необычных облаков неподвижно стоят над вершинами; некоторые из них держатся на них, как маленькие флаги. Или это снег, взметаемый снегом на гребне? В долине, однако, еще все спокойно; тяжело лежит на дне долины холодный ночной воздух; резко звучат шаги запоздалого путника на мерзлой земле. Но если он остановится и прислушается к ночной тишине, ему покажется, что он слышит далекий шум,—шум горных лесов высоко над долиной. И странно! В то время как деревья внизу еще склоняются под тяжестью снега и сверкающий иней одевает их сучья и ветви, сосновые леса на высотах уже стоят черные, свободные от снега.

Полночь миновала. Холодные массы воздуха в долине приходят в движение, уходят вниз. Дует холодный горный ветер, сильнее, чем обычно... И все громче, ближе слышится шум старых сосновых лесов. Холодный ветер

усиливается и дует порывами, под напором которых гнутся деревья и роняют свой снег на землю.

На небе обозначается заря. С южной стороны ее скрывает легкая дымка облаков. Но это не бледные, нежные краски, предвещающие лучезарный зимний день. Нет, эта игра красок полна какого-то яркого, больного огня, она пророчит что-то тяжелое. Холодный воздух все еще движется в долине. И вдруг внизу проносится теплый порыв ветра, душный, точно из печи; шумит по лесу, завывает вокруг углов домов, взметает снег на улице и исчезает. Борьба между феном и холодным воздухом в долине началась. Теперь, после восхода солнца, холодные и теплые порывы быстро сменяют друг друга. Это ожесточенная, страстная борьба, в которой не всегда одерживает верх пришелец с высот. Но большей частью первенство остается за феном, и он широким теплым потоком устремляется по дну долины.

И вот начинается работа фена. Тяжелыми, влажными комьями падает снег с деревьев. Сухое, горячее дыхание проносится по лугам и по склонам и пожирает белый покров. Недаром в Швейцарии фен называют „пожирателем снега". То, чего солнце не может сделать в несколько дней, он делает в несколько часов. За зимней ночью следует весенний день, только без цветов и зелени. На крутых горных склонах растаявшая вода проникает под снег и, как смазочное масло, приводит снежные массы в движение: в долину несутся лавины. Грязный, черный след показывает, что лавины доходят до самой земли. Лишь там вверху, на гребнях гор, крутится легкий снег под ударами южного ветра. Там царит мороз, и ледяным дыханием дышит буря над вершинами.

Фен—замечательный художник. Горы кажутся близкими, как никогда; исчерна-синими и фиолетовыми предстают леса, голубыми, как сталь, тени на снегу, глубоко-синим—небо, по которому тянутся ослепительно белые

облака. Легкое покрывало перистых растаяло. И лишь на юге стоит, как и прежде, неизменная, несмотря на бурю, стена облаков: „феновая стена“.

Житель гор знает, что фен—предвестник ненастной погоды. К концу фена на западе обычно появляется

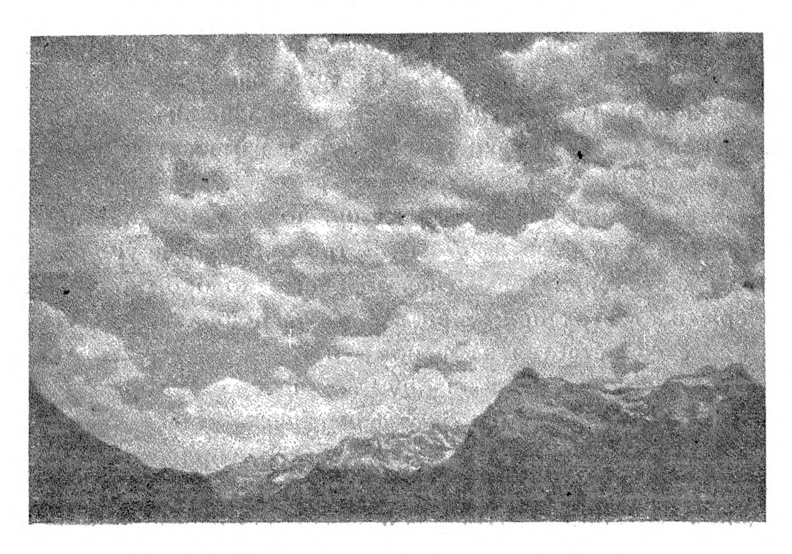


Рис. 52. „Феновая стена“ облаков над Альпами.

темный облачный покров, надвигается ближе и ближе. В бешеных порывах ослабевает сила теплого ветра, точно он знает, что там, на западе, близится сильнейший противник. Холодные, тяжелые массы воздуха, доходящие до гребней гор, врываются в долину, неся за собой снег и дождь. Они проникают под теплый поток фена и заставляют его уйти наверх. Там он еще может дуть некоторое время, пока холодный воздух не наполнит всю долину до самых высоких вершин и не вытеснит его окончательно от земли. Замечательное явление погоды, которое мы называем феном, тем самым заканчивается“.

КАК ЗАСТАВИТЬ ВЕТЕР РАБОТАТЬ?

Не обидно ли, что в ветрах такой колоссальной силы пропадает напрасно, а иногда даже приносит ущерб человеку громадный запас движущей энергии? Нельзя ли заставить бурю совершать полезную работу?

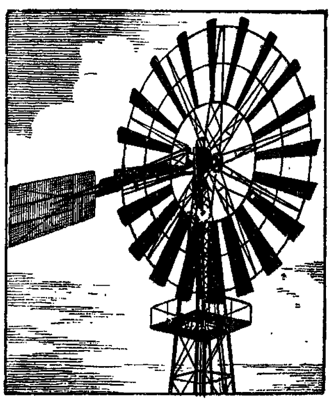


Рис. 53. Сложный ветряный двигатель американского типа.

Конечно, вопрос об использовании энергии ветра поставлен человеком уже давно. Простейшее его разрешение—ветряная мельница. Уже Дон-Кихоту пришлось сражаться с ветряными мельницами, а это произведение написано в начале XVI века. Полагают, что ветряные мельницы изобретены в начале XII века. Много старше, конечно, идея использования энергии ветра для парусного флота, знакомого всем древним народам.

Парусные суда, за исключением маленьких лодочек, давно сменились паровыми; ветряные же мельницы как будто весьма мало усовершенствовались со времен Дон-Кихота... Неужели использование энергии ветра признано невыгодным?

Дело в том, что ветряные двигатели непостоянны, как сам ветер. Стих ветер,—ваш двигатель стал, и если ветру заблагорассудится стихнуть на неделю, вы с ним ничего не поделаете. Поэтому там, где двигатель должен работать без перебоев, неудобно использовать для него энергию ветра, если не накопить за то время, пока двигатель работает, такие запасы энергии, в виде, например, зарядки аккумуляторов, чтобы ее можно было расходовать

во время затишья. Но это уже значительно усложняет вопрос.

И все-таки у нас в степях, где из-за отсутствия всяких препятствий сила ветра особенно велика, а затишья редки, ветряная мельница не сходит со сцены; заграницей, особенно в Америке, в последнее время появи-

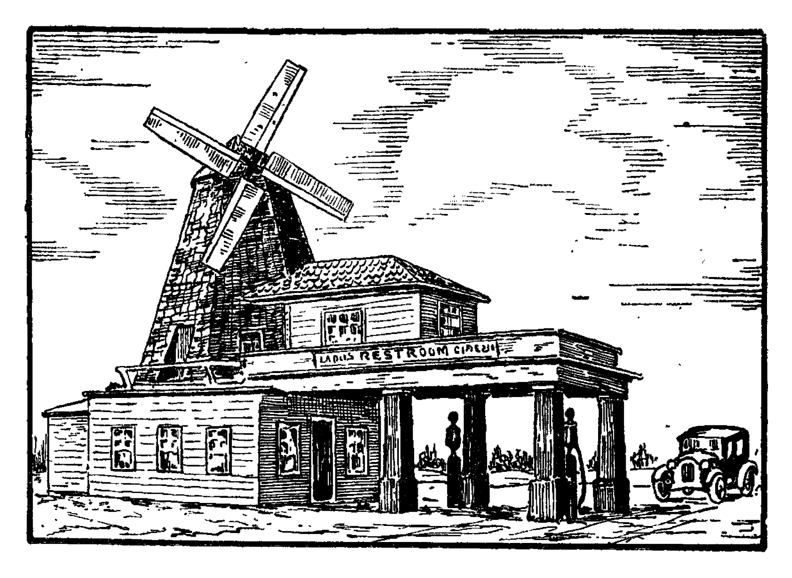


Рис. 51. Автомобильная станция в Америке, целиком обслуживаемая ветряным двигателем.

лось много ветродвигателей различного типа, которые очень удачно обслуживают небольшие хозяйства и предприятия. Конечно, каждый раз необходимо учесть условия ветра в местности, среднюю его скорость, частоту затишья и т. п. На это могут дать ответ метеорологические наблюдения; есть места, где ставить ветряк нет смысла. Но вообще энергия ветра пока не использована даже приблизительно в той мере, в какой могла бы.

В последнее время этим вопросом всесторонне занимается Центр. аэрогидродинамический институт в Москве (ЦАГИ). Им разрабатываются наиболее выгодные формы, размеры и число крыльев ветряка, различные типы ветряных двигателей для различных целей и различных местностей. В Костроме ЦАГИ уже установил опытный ветряк, в котором достигнуто большое полезное действие и успешно разрешен ряд технических вопросов, связанных с использованием энергии ветра.

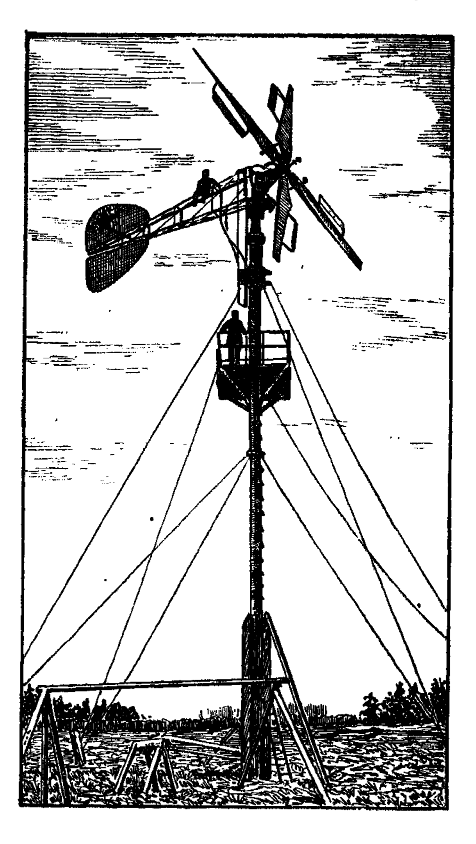


Рис. 55. Ветряный двигатель ЦАГИ в Костроме.

Установка двигателей в местностях с таким сильным ветром, как Мархот, встречает трудности в том отношении, что постройка должна обладать там громадной прочностью. Чрезмерно быстрое вращение крыльев легко ведет к их поломке; нужен ряд автоматических приспособлений для регулирования скорости вращения, да и сама постройка не всегда выдержит натиск подобных бурь. Но ЦАГИ заинтересовался и Мархотом и производит там специальные исследования. Не-

сомненно, в конце концов техника восторжествует и человек в полной мере овладеет энергией ветра, пропадающей до сих пор бесполезно.

У нас в СССР существует теперь специальное Бюро „ветрового кадастра“, которое занимается вопросами учета ветровой энергии на территории Союза, ее исследования и использования; в ближайшие годы предположена установка ветряного двигателя на горе Ай-Петри в Крыму.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

КАК ПОГОДА САМА СЕБЯ ЗАПИСЫВАЕТ?

САМОПИСЦЫ

Метеорологические наблюдения во всех странах производятся в одни и те же сроки (7 ч. утра, 1 ч. дня и 9 ч. вечера) лишь с небольшими уклонениями: в некоторых странах выбирают сроки в 8, 2 и 9 час. При этом время считается не по гражданскому времени, а по местному солнечному, потому что все метеорологические элементы изменяются в зависимости от движения солнца на небесном своде, и чтобы наблюдения были между собой сравнимы, нужно производить их в одно и то же время относительно положения солнца, независимо от долготы места.

Сроки эти выбраны так, чтобы, с одной стороны, среднее, вычисленное из них, ближе всего подходило к 24-часовой суточной средней, с другой—так, чтобы не слишком связывать лиц, ведущих наблюдения.

Сроки среди ночи были бы в этом отношении обременительны.

Есть, однако, целый ряд интересных изменений метеорологических элементов, как случайных, при особых явлениях погоды, так и подверженных общим законам атмосферных движений. Эти изменения, конечно, не всегда приходятся в те сроки, которые установлены для наблюдений. И вот, чтобы получить непрерывные изменения давления, влажности, температуры и др., при-

думан ряд приборов, посредством которых при очень малом участии человека погода „сама себя записывает“.

Идея всех этих приборов—в том, чтобы записать и момент, когда метеорологический элемент имеет то или иное значение, и самое это значение. Для определения времени естественно служат часы; для определения значения элементов употребляются приемники, которые, известным образом изменяясь под влиянием внешних воздействий, передают эти изменения пишущей части прибора.

Отсюда общий вид всех этих „самописцев“ такой: имеется барабан, равномерно вращающийся при помощи часового механизма, и имеются приемники, соединенные с перьями, которые, по мере вращения барабана, отмечают все изменения температуры, влажности, давления и т. п. Перо движется вверх или вниз; барабан, вращаясь, дает движение в горизонтальном направлении,—и в результате получается волнистая кривая, на которой, зная начальное время и начальное значение данного метеорологического элемента, можно найти его значение в любой момент.

Приемником в самописце давления — барографе — служит барометрическая коробка (как в анероиде), из которой выкачан воздух. Под влиянием повышения или понижения давления, коробка соответственно сжимается или расширяется, и при помощи рычажков ее движения передаются перу.

В самописце температуры—термографе—приемником служит металлическая пластинка, спаянная из двух металлов, имеющих различный коэффициент расширения Поэтому при изменениях температуры каждый из металлов расширяется или сжимается различно, пластинка искривляется, и ее движения также передаются перу.

В самописце ветра—анемографе—вращается Робинзонова вертушка, и известному числу ее поворотов отве-

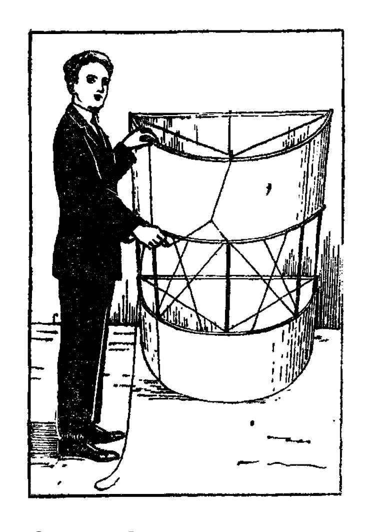
чает замыкание электрического тока, рисующее на барабане зубец. Чем чаще идут эти зубцы, тем сильнее, значит, дует ветер. Есть очень сложные анемографы, записывающие одновременно изменения и скорости, и направления ветра.

В самописце влажности — гигрографе — изменения влажности регистрируются посредством изменений длины пучка женских волос, о которых мы уже говорили.

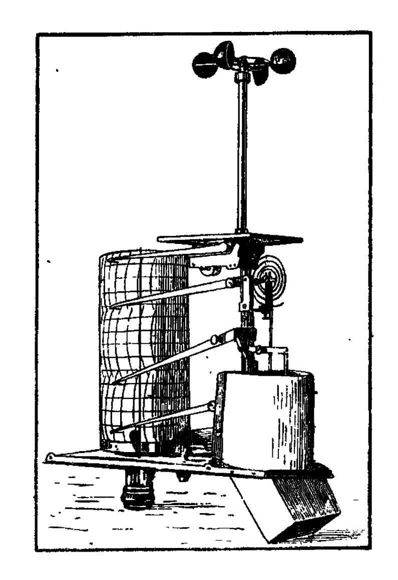
Вращение барабана, на котором получается кривая, может быть рассчитано так, чтобы полный оборот совершался в сутки, или в неделю, или в месяц. Соответственно этому бывают „суточные", „недельные" или „месячные" самописцы. По истечении срока, на который рассчитано вращение барабана, нужно только вновь завести механизм, сменить наложенную на барабан бумагу, и прибор будет писать снова без всякой работы с нашей стороны.

Нужно только заметить, что все эти „графы"—приборы относительные, т. е. дающие не сами величины элементов, а их изменения. Куда мы поставили перо, оттуда оно и пойдет писать. Записи самописцев поэтому постоянно сравниваются с „абсолютными" приборами—барометром, термометром, психрометром и т п., так что самописцы не освобождают человека от необходимости делать срочные метеорологические наблюдения, а лишь заменяют его на промежутки между ними. В момент наблюдения по абсолютным приборам наблюдатель делает на соответствующем самописце метку, приподнимая перо, чтобы иметь потом возможность сравнить, что наблюдалось по прибору и что дал самописец. Проверять приходится и часы барабана, которые могут, как всякие часы, и отстать, и уйти вперед. После, на основании всех этих отметок, производится „обработка" кривых самописцев.

КАК НАУКА ИСПОЛЬЗУЕТ ВОЗДУШНЫЕ ЗМЕИ


Рис. 56. Змей с полукруглым сечением для исследований атмосферы.

Кто из нас в свое время не развлекался пусканием воздушных змеев, стараясь запустить их как можно выше? Нет ничего странного в том, что с пробуждением интереса к высоким слоям атмосферы ученым пришла мысль попробовать поднять на змеях метеорологические инструменты. Первая такая попытка была сделана в Англии в 1749 г. Вильсоном и Мельвиллем, которые подняли на змеях термометры особого устройства. Но настоящее научное значение получили только подъемы самопишущих инструментов, причем змеи берутся не плоские, а коробчатые, прямоугольные, треугольные или цилиндрические с полулунным сечением. Первый коробчатый змей был построен Харгрэвом, в 1890 г., и этот тип змея с различными изменениями применяется и до сих пор. Запускаются такие змеи на струнной проволоке, при помощи механических


Рис. 57. Змейковый метеорограф В. В. Кузнецова.

или электрических лебедок, и часто к основному „головному“ змею присоединяются вспомогательные, так что в воздухе реет целая гирлянда змеев.

К головному змею подвешивается и особый прибор — „метеорограф“: это соединение всех уже описанных самописцев, только в более маленьком виде. Тут и барограф, и термограф, и гигрограф, и маленький анемограф с Робинзоновой мельничкой. Каждый пишет на барабане свою кривую. Когда полет окончен и прибор снят, производится обработка этих кривых, т. е. вычисление по давлению и температуре высот, на которые поднимался прибор, а затем вычисляют точнее самую температуру, влажность и ветер на каждой высоте.

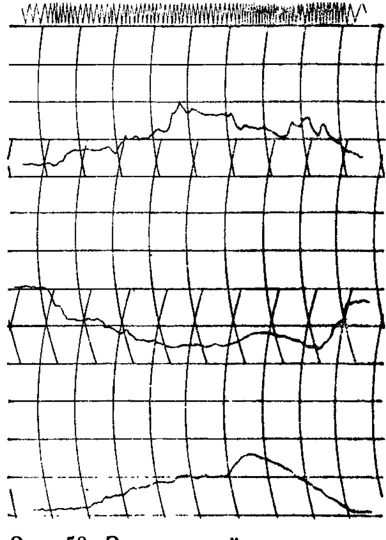


Рис. 58. Запись змейкового метеорографа. Верхняя кривая изображает скорость ветра, вторая—влажность, третья—температуру, четвертая – давление воздуха. Подъем с инверсией: температура *возрастает* с уменьшением давления, т. е. с возрастанием высоты.

На рисунках изображены две такие записи змейкового метеорографа системы В. В. Кузнецова и самый метеорограф. Первое — подъем с „инверсией“: так как температура с высотой до границы стратосферы убывает, то обычно кривая температуры в точности походит на кривую давления, воспроизводя все ее колебания; в данном же примере уже почти с начала подъема прибора кривая температуры начинает опускаться, когда кривая давления поднимается,—значит, в воздухе имеется слой потепления с высотой, или инверсия.

Второе — подъем без инверсии; кривые давления и температуры имеют одинаковый ход.

Такие инверсии всегда радуют наблюдателей во время сильных морозов, которым, кажется, конца не будет. Когда змейковый подъем приносит значительную инверсию, — значит наверху уже имеется течение теплого воздуха, которое скоро достигнет земли, и морозы кончатся.

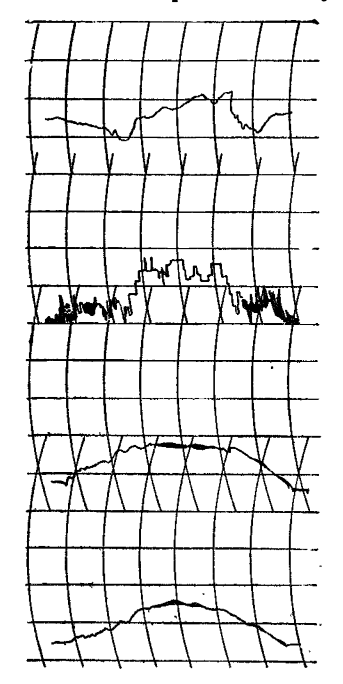


Рис. 59. Запись змейкового метеорографа с очень незначительной инверсией близ высшей точки подъема: кривая температуры представляет почти точную копию кривой давления.

Если же, наоборот, зимой температура сильно падает с высотой, следует ждать продолжения и даже усиления морозов. В Ленинграде, примерно, можно сказать, что температура, „наблюдаемая" днем на высоте 1000 м, часто к вечеру „спускается" к земле. Если летом на 1000 м температура ниже 0°, к вечеру можно ожидать заморозка.

В зависимости от ветра, змеи можно поднять более или менее высоко, и они достигают таких высот, которые и не снились мальчикам, поднимающим игрушечные змеи. Мировой рекорд змейкового подъема — 9740 м — почти на километр выше горы Эверест! Этот рекорд достигнут недавно в Аэронавтической обсерватории в Линденберге (близ Берлина), занимающей по аэрологическим наблюдениям первое место в мире. У нас в СССР регулярные змейковые наблюдения (и вообще аэрологические) произво-

дятся в Аэрологической обсерватории в Слуцке, под Ленинградом. Здесь в марте 1928 г. достигнута рекордная для СССР высота — 5170 м. Средняя же высота змейковых подъемов составляет $1^1/_2$—4 км, и можно сказать, что до высоты 4 км воздух исследован довольно обстоятельно.

ЧТО ДАЮТ АЭРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Одно из практических применений аэрологические данные находят в артиллерии. Сопротивление воздуха летящему снаряду зависит от плотности, а та, в свою очередь, от температуры. Поэтому очень важно знать распределение температуры в разных слоях над поверхностью земли.

Не менее важное значение имеют аэрологические данные для всех видов воздушного транспорта. Не зная условий, с которыми он встретится на высоте, летчик летит, можно сказать, „вслепую". Во всех странах существует специальная служба погоды для авиации.

Важное применение находят они и в астрономии. Тут, как известно, большую роль играет преломление лучей небесных светил в земной атмосфере, или рефракция, в силу которой и Луна, и Солнце, и звезды кажутся нам выше над горизонтом, чем они находятся в действительности. Степень преломления лучей в атмосфере зависит от ее плотности, и здесь метеорология оказывает большую услугу астрономии, позволяя точно определить чередование в воздухе более или менее плотных слоев.

Но, конечно, и помимо подобных приложений, аэрологические данные имеют большое научное значение. Знать их необходимо для выяснения условий образования дождя и снега, облаков, различных движений воз-

духа, тесно связанных с погодой. „Ключ“ к погоде лежит не у самой земли, а именно в верхних слоях атмосферы.

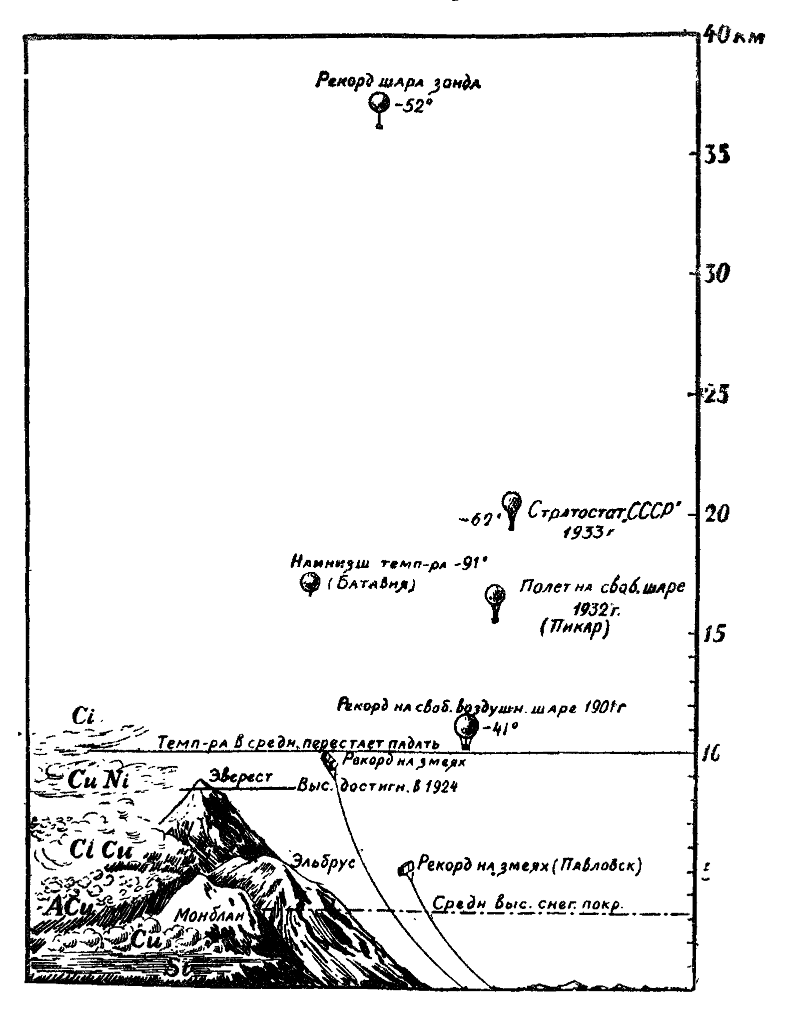


Рис. 60. Рекордные высоты, достигнутые в атмосфере. (Стратостат „Осоавиахим I“ достиг высоты 22 км, на рисунке не обозначено.)

Аэрология — наука еще молодая: ей не насчитывается и полвека: но будущность ее — большая и многосторонняя.

Высота полета змеев по необходимости ограничена: чем выше полет, тем длиннее проволока, на которой они держатся, и ее тяжесть в конце-концов притянет их к земле, даже если взять змеи очень большие.

О научных подъемах на воздушных шарах мы уже упоминали. На этих шарах были достигнуты высоты, которых в то время нельзя было и думать достигнуть на змеях. Но, конечно, помимо средств, эти подъемы на свободных шарах требовали и большой предприимчивости и риска, иногда даже самопожертвования. Некоторые главы „Научных воздушных полетов" Ассмана и Берсона, где описаны эти путешествия, читаются с захватывающим интересом. Достигнутая Берсоном и Зюрингом высота на шаре с открытой гондолой в 1901 г, 10800 м, не превзойдена до сих пор. У нас целый ряд научных свободных полетов организовал и совершил В. В. Кузнецов, под руководством которого были вообще созданы первые русские аэрологические наблюдения.

Авиация вытеснила воздухоплавание, и наука тотчас же постаралась воспользоваться ее достижениями. Самопишущие приборы стали прикреплять к крылу аэроплана, и таким способом при полетах в разных странах получено много ценных записей. Наибольшая высота, достигнутая аэропланом, — 14 км.

Рассчитанные специально на очень высокие слои воздуха „стратостаты" с герметически закрытой гондолой достигают, как было указано выше, значительно больших высот: мы видели, что „Осоавиахим I" поднялся на высоту около 22 км; это рекордная высота, выше которой не был еще ни один человек.

Однако, если человеку пока не дано залетать так высоко, это удается шарам-зондам, которые пускаются на произвол ветра одни, без пассажиров и без привязи.

Первоначально такие шары делались из бумаги; сейчас проще и дешевле применять резиновые шары. Зонды раздуваются водородом до 500—600 см в окружности; в диаметре такой шар имеет, стало быть, почти целых 2 метра. К нему привешивается прибор, по существу такой же, как и на змеях, но с некоторыми отличиями. Во-первых, зондовый прибор не записывает влажности, потому что на больших высотах влажность очень маленькая, и гигрометр показывает неточно.[1] Во-вторых, на нем не бывает записи ветра: ведь шар сам летит по ветру и, стало быть, его не испытывает. Наконец, так как чернила на большой высоте замерзают, то барабан зондового прибора оборачивается закопченной бумагой и перья чертят свои кривые остриями на саже.

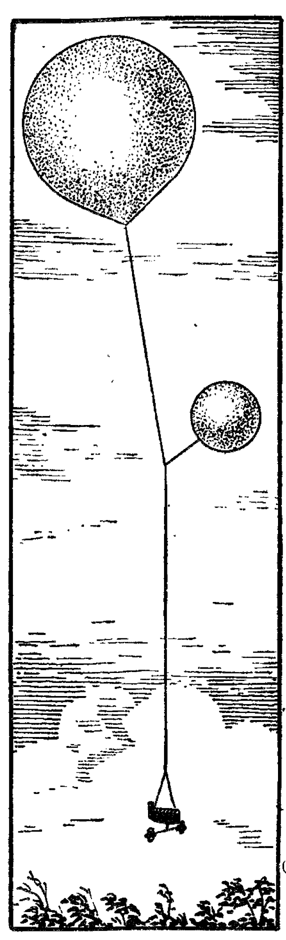


Рис. 61. Летящий шар-зонд с метеорографом.

Самый высокий шар-зонд поднялся в 1912 г. в Италии, в Павии: он долетел до высоты 36 км. Это наибольшая высота, которой удалось достигнуть в атмосфере. Выше этого еще никаких наблюдений не делалось. Но шаг за шагом человек завоевывает высоты: на земле ему осталось всего 250 м, чтоб водрузить свое знамя на высочайшей из гор —

[1] В последнее время зондовый метеорограф усовершенствован и дает записи также и влажности.

Эвересте; в воздухе предела его устремлениям не положено, и трудно сказать, какие еще достижения могут принести даже ближайшие годы, тем более — десятилетия.

ИЩИТЕ ШАР-ЗОНД!

Зондовый прибор помещается в легкий металлический ящичек или в корзинку и привязывается к шару. К нему же привязывается другой шар, раздутый гораздо меньше, или парашют. Когда на большой высоте главный шар не выдержит и лопнет, другой, менее раздутый, сам по себе еще мог бы подниматься, но не может тянуть прибор; поэтому он плавно спускает его на землю. Это удобнее, чем парашют, потому что шар болтается в воздухе и привлекает внимание проходящих, а парашют можно и не заметить.

На футляре прибора имеется надпись с адресом обсерватории и просьбой доставить туда шар и прибор, обычно — за премию. Большая часть приборов, выпущенных таким образом, отыскивается.

Случаи порчи записи нашедшими бывают очень редко, но часть шаров просто теряется, залетая в лес, в болота, в море. И все-таки, даже в Слуцке (б. Павловске), расположенном очень неблагоприятно, — кругом болота, Ладожское озеро, Финский залив, — отыскивается до 70% всех пущенных шаров.

КАК ВЫСОКО И КАК ДАЛЕКО ЗАЛЕТАЮТ ШАРЫ

Чем легче груз, подвешенный к шару, тем выше поднимается шар. Поэтому очень важно, чтобы прибор был возможно легче. А самое тяжелое, да и самое дорогое в зондовом приборе — это часовой механизм. Нашему аэрологу П. А. Молчанову удалось построить зондовый самописец без часов: в нем барабан вращается особым пропеллером, который вертится от того только, что шар поднимается вверх.

Однако, чем выше, тем ветер сильнее, и шар поэтому может улететь очень далеко: это тоже не всегда бывает выгодно, особенно у нас, где есть большие малонаселенные пространства. Поэтому в нашей Аэрологической обсерватории часто пускают зонды с зажигательным шнуром, который на известной высоте пережигает вере-

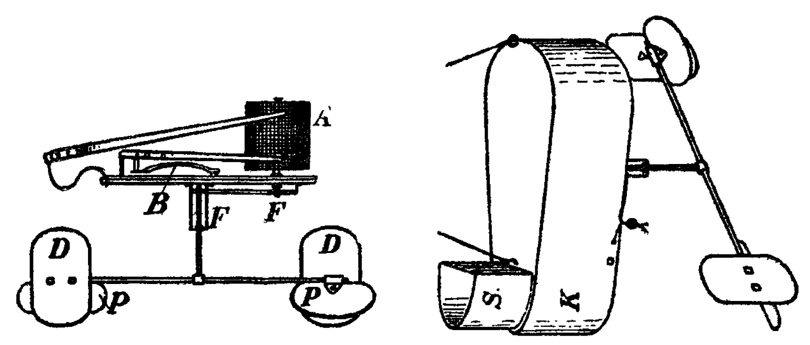


Рис. 62. Метеорограф для зондов системы П. А. Молчанова. Слева—прибор без чехла: виден закопченный барабан, связанный с ним пропеллер и перья давления и температуры. Справа—прибор в защитном чехле.

вочку, связывающую оба шара. Большой шар улетает выше, а маленький с прибором спускается вниз.

В отдельных случаях свободно пущенный шар-зонд может улететь за сотни километров. Так, однажды шар, пущенный из Слуцка (Павловска), был найден в 300 км на Варшавской жел. дороге; в другой раз шар спустился в Олонецкой губ., пролетев около 600 км. Это было в довоенное время; теперь трудно достать такие большие и дорогие резиновые оболочки, шары делаются меньше, поэтому не поднимаются так высоко и не залетают так далеко. В виду большого значения исследований на больших высотах, в настоящее время поставлен вопрос о выделке оболочек еще большего размера. На „Кр. треугольнике" освоена в последнее время выделка оболочек диаметром в 1 метр в нераздутом виде.

Д льность, впрочем, зависит также и от ветра в тот момент, когда шар пускают. Самый высокий зонд, долетевший до высоты более 36 км, спустился очень близко от того места, откуда вылетел, так как в этот день было тихо.

БЕСПАСПОРТНЫЕ ГОСТИ ИЗ-ЗА ГРАНИЦЫ

Иногда в местностях близ границы, особенно на юге, находят неожиданно шары, пущенные из Англии или из Германии. Такие „беспаспортные гости“, со всеми мерами предосторожности, чтоб не попортить записей, отправляются почтой обратно. Недавно, например, на Украине, близ Конотопа, на глазах девочки-пастушки упал шар с листком на немецком языке. Крестьяне снесли его в Конотопскую метеорологическую станцию. Там разобрали надпись, и оказалось, что шар пущен из Хемница (в Саксонии). Немецкому аэрологу, конечно, сообщили о находке. Шар пролетел, следовательно, около 1500 км.

РАДИОСИГНАЛЫ ИЗ СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЫ

Развитие и усовершенствование радиотехники естественно поставило перед метеорологами вопрос: нельзя ли получить путем радиопередачи сведения о состоянии погоды из областей, непосредственно труднодоступных человеку, и в частности из верхних слоев атмосферы? Сведения эти нужны постоянно, а полет на стратостате каждый день не проделаешь. Самопишущие приборы на змеях не могут подняться особенно высоко. Приборы, поднимаемые на шарах-зондах, находятся не сразу, а часто и вовсе не находятся. В малонаселенных местностях, в пустынях, тем более в полярных странах их и пускать не стоит—некому их найти. А как важно и для предсказаний погоды, и для целого ряда других вопросов практики иметь сведения о температуре, влажности, ветре—сразу, в тот момент, когда они наблюдаются!

В последние годы этой задачей занимались многие, и советские и иностранные ученые, и наконец ее удалось разрешить в форме, вполне пригодной для применения на практике. Первый в мире „радиозонд“ был выпущен нашим аэрологом П. А. Молчановым из Аэрологической обсерватории в Слуцке (Павловске) 30 января 1930 года.

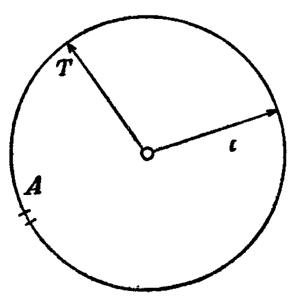


Рис. 63. Схема радиозонда.

Один из принципов передачи метеорологических данных по радио—следующий. Представим себе циферблат, по которому посредством часового механизма движется равномерно „стрелка времени“ T. На циферблате имеется контакт A, который замыкается при прохождении над ним стрелки времени и дает определенный сигнал. По тому же циферблату перемещается стрелка температуры t, соединенная с приемником температуры; ее движение будет уже не равномерное, а будет зависеть от изменения температуры за данный промежуток времени. Проходя над этой стрелкой, стрелка времени также дает контакт. Зная промежуток времени, который прошел между постоянным контактом A (его можно для отличия сделать, например, двойным) и контактом со стрелкой температуры, можно определить, на сколько изменилась температура, и если известно, какая она была в начале, то легко вычислить и ее значение в любой момент, когда происходит контакт между стрелками. Если иметь еще несколько стрелок для давления, влажности и т. п., то можно получить значения и для этих элементов; надо только для каждого элемента установить свои сигналы. Передавая их помощью радиопередатчика, можем уловить их в любом месте, где будет поставлен радиоприемник.

Техническое осуществление этой простой идеи оказывается однако довольно сложным, и хотя такой прибор и был построен по указаниям П. А. Молчанова, однако, как наш первый „радиозонд", так и дальнейшие, пускаемые у нас, основаны на ином принципе.[1] Там на первый взгляд дело обстоит сложнее, но построить такой прибор легче и дешевле. Первый радиозонд достиг высоты около 10 км, и уже через полчаса переданные им сведения были сообщены по телеграфу в Бюро погоды.

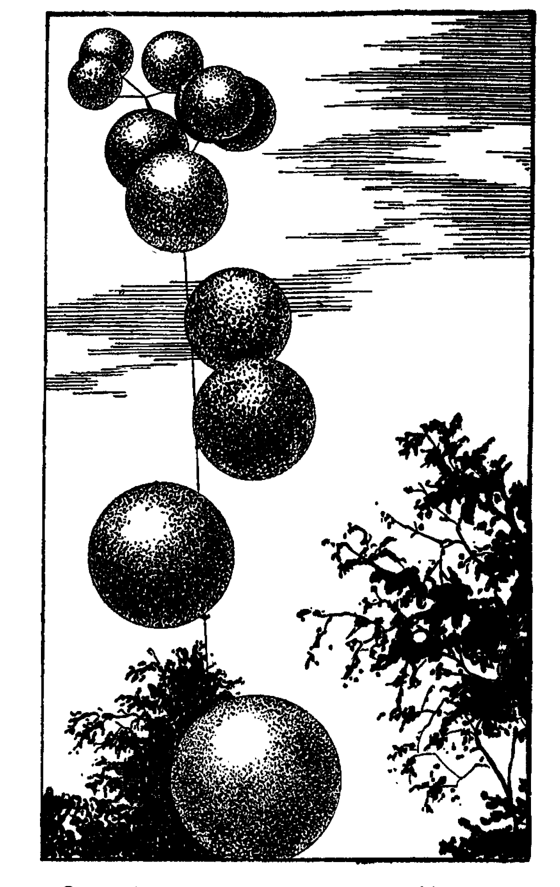


Рис. 64. Подъем радиозонда на 11 шарах.

Прибор радиозонд вместе с батареями, передатчиком и т. п., — тяжелый, а потому приходится его поднимать на очень больших шарах или на целой гирлянде обычных зондовых оболочек.

[1] На принципе перемещения пера по особым гребенкам — так называемый „гребенчатый прибор".

Тут-то как раз особенно хорошо иметь большие оболочки, так как только на них можно получить большую высоту. Радиозонд, поднятый на старой метровой оболочке „Кр. треугольника“, дал сразу высоту больше 15 км; радиозонды на большом числе (10—12) оболочек диаметром 30 см обычно достигают не более 10 - 13 км высоты.

РАДИОЗОНДЫ В АРКТИКЕ

Наша Аэрологическая обсерватория пускает теперь радиозонды ежедневно, и они нередко достигают стратосферы. Тут не приходится беспокоиться, найдется прибор или нет: он уже сделал свое дело, сообщил обо всем, что делается в высоких слоях воздуха, и хотя конечно желательно, чтоб он не пропал, но результаты и в случае пропажи получены полностью. Поэтому такие приборы незаменимы на полярных станциях, и для исследований во время Полярного года (1932—1933) их было построено множество. В 1931 г., во время полета цеппелина „LZ—127“ в Арктику, П. А. Молчановым, принимавшим участие в полете, было выпущено четыре радиозонда. Три из них достигли высоты более 16 км и дали прекрасные результаты. На Земле Франца-Иосифа и на Новой Земле ежемесячно производятся наблюдения помощью радиозондов и получено много интересных

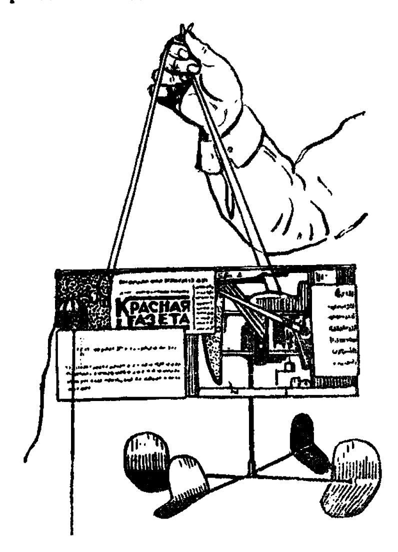


Рис. 65. Радиозонд.

данных с больших высот. С простыми зондами в Арктике ничего не поделаешь—их могли бы найти разве белые медведи: хотя сейчас наша Арктика и не представляет собой ледяной пустыни на всем протяжении, но все же мало вероятно, чтоб такой прибор попал в руки человека.

РАДИОЗОНДЫ И СУХОВЕИ

Одна из важнейших проблем нашего хозяйства—борьба с засухами и суховеями — требует для своего разрешения изучения хода температуры и влажности в высоких слоях воздуха. Но засушливые районы местами мало населены, пустынны; зонды там не найдутся; змеи могут быть применимы лишь отчасти. Здесь опять приходит на помощь радиозонд. Сейчас ряд змейковых и радиозондовых станций организуется на юго-востоке Союза, и таким образом радиозонд сыграет немаловажную роль в разрешении важной хозяйственной задачи.

СТАНЦИИ БЕЗ НАБЛЮДАТЕЛЕЙ

Передача метеорологических данных по радио возможна, конечно, и не только из свободной атмосферы, а из любого места на земной поверхности. В интересующем нас месте—где-нибудь на высокой горе, среди пустыни, во льдах полярных морей,—мы можем установить „автоматическую станцию“, и она будет без человека отмечать состояние погоды и передавать на нашу приемную станцию. Если надо передать много элементов, это, конечно, становится делом довольно сложным, но в конце концов все это только вопрос техники. Здесь уже достигнуто многое, и надо думать, что „автоматические метеорологические станции“—дело уже близкого будущего.

Пробная автоматическая станция системы Молчанова установлена сейчас на пике Сталина экспедицией Горбу-

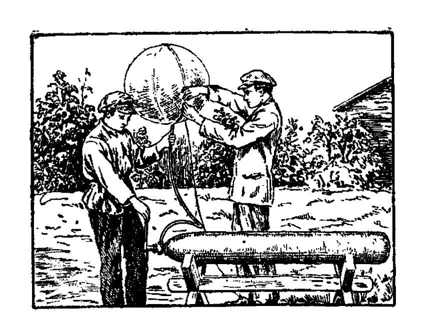


Рис 66. Наполнение шара-пилота водородом из трубы.

нова, намечена также установка станции на Земле Франца-Иосифа.

ШАРЫ-ПИЛОТЫ

Так называются резиновые шары значительно меньшего размера, чем шары-зонды. На них не подвешивается никаких приборов, и они выпускаются, так сказать, безвозвратно, — только для того, чтоб, следя за их движением по воздуху, определить, какой дует ветер. Так по листку, брошенному в водоворот, мы можем следить за движением водяных струек.

За шарами-пилотами наблюдают при помощи особых приборов, которые называются теодолитами. Каждую минуту, смотря на шар в трубу теодолита, отсчитывают по его кругам угол, под которым шар виден над горизонтом, или „вертикальный угол“, и угол, который вертикальная плоскость, проходящая через шар, составляет с плоскостью меридиана — „горизонтальный угол“. Наблюдая за шаром в два таких теодолита, установленных в 1—2 км один от другого, по двум парам углов в каждую минуту можно найти высоту шара.

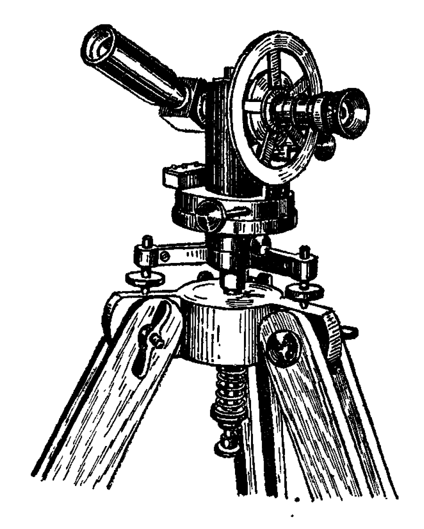


Рис 67 Теодолит для наблюдения за пилотами.

Прежде чем самому пускаться в воздушное путешествие, авиатор пускает шар-пилот. Зная его размеры, он может определить, на сколько метров шар поднимается за каждую минуту, а, стало быть, знает и его высоту в любой момент от начала подъема. Следя за ним в теодолит, он в те же моменты знает и его угловую высоту над горизонтом и его горизонтальный угол. Отсюда, как видно из чертежа, определяется и горизонтальное движение шара от одной минуты до другой, иными словами ветер, так как шар движется вместе с ветром. Деля путь, пройденный шаром за минуту, на 60, получаем скорость ветра в метрах в секунду. На практике все это выполняется чрезвычайно быстро при помощи разных приспособлений и таблиц, и едва успеет шар лопнуть или скрыться в облаках, как опытные наблюдатели уже сообщают летчику, на какой высоте ему ждать сильного ветра, на какой — затишья, и на какой высоте плавают облака.

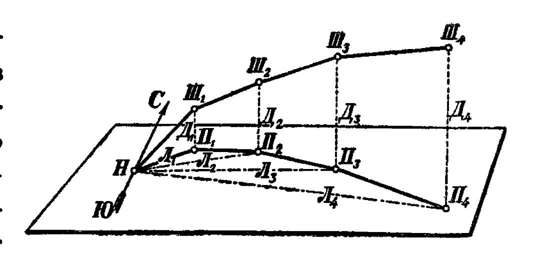


Рис. 68. Как по пилоту определить ветер: вычерчивание горизонтальной проекции пути шара. Зная высоты шара и вертикальные углы (по теодолиту) в моменты отсчетов, находим длины отрезков $Л_1 . Л_4$; откладывая их от точки *Н* так, чтобы они составляли с меридианом *СЮ* горизонтальные углы (азимуты) $а_1 .... а_4$, также отсчитываемые по теодолиту, получим точки $П_1$, $П_2 ... П_3$, откуда уже нетрудно найти горизонтальную скорость шара, или скорость ветра, а также направление движения.

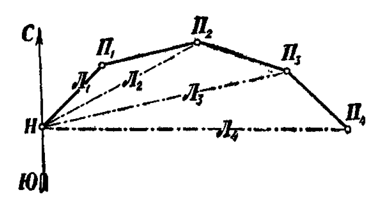


Рис. 69. Схема движения шара-пилота в воздухе: *Н* точка, из которой наблюдают шар, *СЮ* — меридиан, $Ш_1$, $Щ_2$, $Щ_3$... положения шара в моменты отчетов, $Л_1$, $Д_2$, $Д_3$ его высота в эти моменты.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

СОЛНЦЕ И ЛУНА В МЕТЕОРОЛОГИИ

СОЛНЕЧНЫЕ ЗАЙЧИКИ В ЛЕДЯНЫХ ПОДВЕСКАХ

Многим, вероятно, приходилось наблюдать в ясный день, как солнечный луч, преломляясь и отражаясь в стеклянных подвесках люстры, играет на стене причудливыми радужными „зайчиками". Иногда в сильные морозы по сторонам Солнца, при его восходе или заходе бывают видны радужные столбы. Сходство настолько велико, что, казалось бы, человек должен был бы давно объяснить себе эти явления тем же путем, как и появление зайчиков от стеклянных подвесок. Однако, верная мысль с большим трудом пробивала себе дорогу через преграду заблуждений и предвзятых идей. Такова и история научного объяснения радуги и околосолнечных радужных явлений, — „галосов" или „паргелических" (т. е. околосолнечных) явлений. Несмотря на то, что уже в заметках Леонардо-да-Винчи (1452 — 1519) имеются правильные намеки на сущность радуги, инквизиция еще

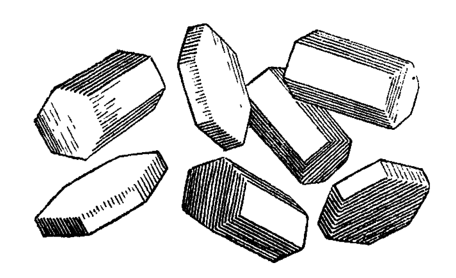


Рис. 70. Кристаллики (в увеличенном виде), вызывающие галосы.

в 1624 г. преследовала епископа Антонио Доминиса за книгу, в которой он объяснял происхождение радуги; он не был сожжен на костре только потому, что умер в тюрьме, но книга его, вместе с телом автора, все же потерпела знаменитое „ауто-да-фе“.

Графин с водою, освещенный Солнцем, отбрасывая радужную полоску, уже объясняет нам радугу, которую можно вызвать и искусственно, став, например, против фонтана спиною к Солнцу. Но объяснить „галос“ т. е. радужный круг около Солнца, (греческое слово — „галос“ — круг для молотьбы) не так легко. Тут нет дождевых капель, в которых преломляются и отражаются лучи Солнца при явлении радуги. Небо ясно и чисто, и лишь временами на нем можно заметить тонкие слоисто-перистые облака. В них-то и заключается разгадка явления. Облака эти состоят из снежных кристалликов, являющихся воздушными подвесками облачной люстры под куполом небесного свода. Кристаллики имеют форму шестигранных призмочек и табличек (рис. 70); комбинацией в облаках этих кристалликов и объясняются все разнообразнейшие явления ложных солнц, кругов, дуг, гигантских серпов и столбов, появляющихся возле Солнца или Луны (рис. 73). Иногда скопление этих призмочек даже не видно для простого глаза, и небо кажется совершенно чистым, еще более вызывая изумление наблюдателя.

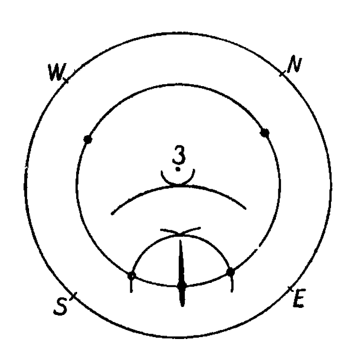


Рис. 71. Схема галоса *NESW* — горизонт: север, восток, юг, запад. Солнце со столбом на юго-востоке, по сторонам паргелии на пересечении круга. В зените (3) касательная дуга.

Паргелические явления всегда вызывали к себе большой интерес и считались предзнаменованием различ-

ных событий. Можно привести запись одной монахини в дневнике, посвященном войне 1877 г. В нем тщательно описано такое небесное предзнаменование: в январе во время мороза на небе по сторонам Солнца появились две золотые чаши, а в чашах кресты; над Солнцем серп, лезвие которого было синим, а рукоятка огненной; кроме того, и само Солнце находилось внутри громадного креста. Тут (рис. 72), очевидно, мы имеем дело с двумя паргелиями, или околосолнечными пятнами, называемыми „ложными солнцами". У самого горизонта они удлиняются и являются теми радужными столбами, которые видят при восходе или заходе Солнца. Когда же Солнце поднимается на достаточную высоту, паргелии округляются, сохраняя иногда отростки кверху и книзу. Такого-то рода паргелии и могли показаться „золотыми чашами". Кресты же внутри чаш объяснить легко, так как через паргелии и Солнце иногда проходит светлая горизонтальная полоса. Серпом же был, конечно, внешний касательный круг, видимый как отрезок дуги. К этому можно прибавить, что отрезок касательного круга бывает виден в сине-фиолетовых частях спектра, отчего „лезвие серпа" и показалось синим. Наоборот настоящий круг обыкновенно отличается красным концом спектра, почему „рукоятка" (часть настоящего круга) и названа „огненной".

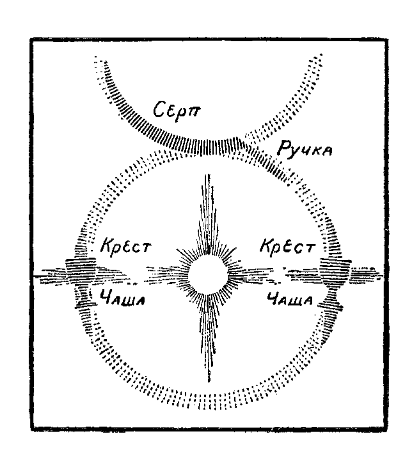


Рис. 72. Галос 1877 г.; пунктиром отмечены невидимые части галоса.

Этот пример показывает, как просто объясняется явление, кажущееся чудесным по фантастическому его описанию. С другой стороны, фантастическое описание настолько все же отвечает действительности, что дает возможность воссоздать картину явлений во всех подробностях — нужно только понимать язык старины, стать на точку зрения древнего автора. Русские летописи также полны описаниями небесных „знамений“ возле Солнца, когда тоже появлялся „великий серп на небе рогома на север“ — замечательно точное определение касательного круга при положении Солнца в южной части неба.

ИГРА СОЛНЦА И ЗЕЛЕНЫЙ ЛУЧ

Кому не приходилось слышать о том, что в день Пасхи солнышко при восходе „играет“? Такое же поверье приурочивалось иногда народом к петрову и иванову дням. „Играние“ понималось в том смысле, что Солнце при восходе то тускнеет, то светит ярче обыкновенного, то меняет цвета, то как бы мигает, подпрыгивает, то будто наливается кровью. Увидеть эту „игру“ Солнца считалось счастьем. Говорили еще, что на Ивана-Купала Солнце, выходя из-под земли, купается—поднимается и опускается, как бы гордится той красотою, что разлило по земле. Поверье об игре Солнца приурочивалось также и к другим дням.

Насколько же реально это наблюдение народа? Некоторые этнографы готовы свести его к расстроенному воображению подготовленного известным образом человека. Посмотрим, так ли это.

Большинство верований относит явление игры Солнца к двум эпохам — весеннего равноденствия и летнего солнцестояния, в которые празднуются указанные выше праздники. Самая игра характеризуется народом, с одной стороны, как быстрое изменение *положения* Солнца при

его восходе толчками с возвращением к прежнему положению („радуется“, „играет“, „купается“: „то спрячется, то покажется, то повернется, то вниз уйдет“), с другой стороны, как *искажение* солнечного диска при восходе („раздробляется“, „двоится“), и наконец, как изменение *окраски* светила („играет всякими цветами — и голубым и зеленым и всякими“; „колыбается разными-разными огнями — и зелеными, и красными и желтыми разными“; „то станет зеленым, то синим, то красным“). Все эти данные, собранные из разных мест и содержащие общие черты, показывают, что мы имеем дело с реальными наблюдениями, а не воображаемыми. Эти записи легко объясняются фактами, известными в атмосферной оптике, и могут быть сведены к двум явлениям — ненормальной рефракции и цветорассеянию.

Как известно, небесные светила близ горизонта изменяют свой истинный вид и положение вследствие преломления лучей; лучи доходят тогда до глаза наблюдателя через более толстый слой воздуха, чем во время нахождения их на большой высоте. Солнце нередко при этом принимает вид овала, кажется красным и большим. Атмосфера не всегда бывает спокойной, разные слои воздуха могут быть не одинаково нагреты, и это еще больше искажает действительный вид светила у горизонта; Солнце может как бы прыгать, двоиться, раздробляться (рис. 74). Такое исключительно редкое явление невольно должно было привлечь внимание народа.

Около времени весеннего равноденствия (март — апрель), когда температура со дня на день прибывает, искажение светила при восходе должно быть особенно сильно, потому что нагревание воздуха с появлением Солнца над горизонтом складывается с общим весенним подъемом температуры. Осенью же, наоборот, убывание температуры понижает обычное утреннее повышение ее при появлении Солнца и, сглаживая тем контраст, не

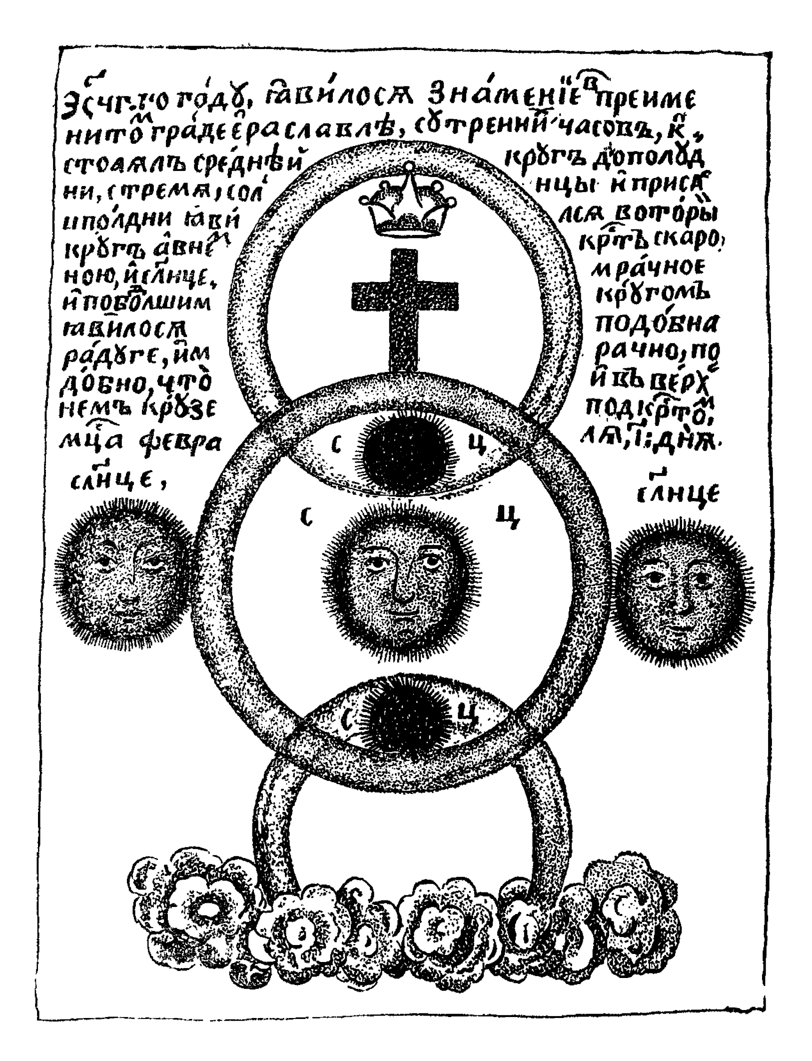


Рис. 73. Галос, наблюдавшийся в Ярославле 10 февраля 1785 года, (7293 по старинному счислению) и зарисованный русским книжником в одной из рукописей, хранящейся в Публичной библиотеке в Ленинграде.

вызывает того явления, какое весною бывает очень интенсивным. Вот почему раньше и приурочивалось весеннее играние Солнца ко дню Пасхи или Благовещения, т. е. весенних праздников.

Период утренних холодных зорь характерен для эпохи солнцестояния. Возможно, что резкий контраст притока летнего тепла с появлением Солнца над горизонтом после таких холодных утренних зорь тоже нарушает равновесие в атмосфере, вызывая необычайную рефракцию и искажение солнечного диска.

Любопытно, что искажение солнечного диска при его восходе от ненормальной рефракции описал еще автор Лаврентьевской летописи под 6738 (1230) годом: „Того же месяца мая в десятый день, в пяток пятой недели по Пасце нецыи видеша рано восходящу Солнцу, бысть на три углы яко и коврига, потом же мнети мало бысть, аки звезда, тако и погыбе, потом опять мало взыде в своем чину“. Это не могло быть солнечным затмением; описанное явление можно понять только как „игру“ Солнца, т. е. появление его толчками, исчезновение под горизонтом, искажение диска в виде ковриги хлеба, треугольника и маленькой точки, напоминающей звезду.

Лучи разных участков спектра преломляются, как известно, различно. Явление это носит название *цветорассеяния* или *дисперсии*. Оно вытягивает солнечный диск, находящийся на горизонте, сверху вниз, разлагая его на ряд разноцветных изображений. Средние изображения, налегая друг на друга, дают белый или желтый цвет диска, нижнее изображение дает красную полоску, верхнее — зеленую и едва уловимую синюю, сливающуюся с синевой неба. Таким образом, при восходе Солнца верхний край Солнца, появляясь над горизонтом, должен при некоторых условиях казаться сначала голубым, затем резко-зеленым. Это и носит название „зеленого луча“. Такое явление и подмечено народом при наблю-

дениях „игры“ Солнца, как можно видеть из приведенных выше записей, в которых характерно упоминание зеленого и голубого цветов. „Зеленый луч“ наблюдается не только при восходе, но и закате Солнца, причем явление это часто соединяется с явлением искажения солнечного диска; оба явления друг друга не исключают. Это тоже подмечено народными наблюдениями.

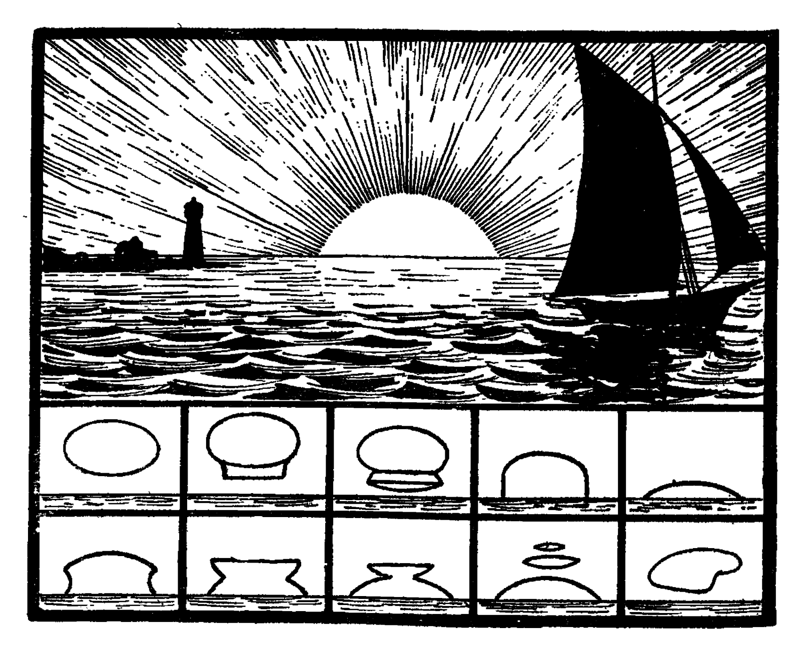


Рис. 74. Искажение солнечного диска при его заходе (по П. И. Броунову).

Один из наблюдателей „зеленого луча“ говорит: „Я держусь того мнения, что длительность этого явления весьма коротка и что лишь благодаря инерции сетчатки кажется, что „зеленый луч“ виден дольше. Один раз случилось, что в решительный момент что-то отвлекло мое внимание, в то время как мой спутник не спускал

глаз с горизонта. Вдруг он воскликнул: „гляди!“ И выяснилось, что он еще сравнительно долго видел зеленый луч, в то время как я не мог его заметить. В то время как в глазу моего спутника „зеленый луч“ еще долго сохранялся, и ему казалось, что он его видит, мне недоставало возбуждающего зрительный нерв раздражения“.

Это объяснение имеет важное значение при понимании тех народных примет, по которым игру Солнца якобы видели лишь „праведные“, „грешные“ же видеть не могли.

Явление зеленого луча лучше видно там, где горизонт ровнее (морская поверхность, ровная степь), атмосфера должна быть особенно прозрачна, а Солнце восходит или заходит не красным шаром, но ослепительно-белым или желтым диском; явление хорошо видно и в высоких и в низких широтах, но высокие широты более благоприятны в смысле длительности явления. До широты 45° явление „зеленого луча“ теоретически длится не более секунды, до широты 60° — до двух секунд, на широте 65° оно может продолжаться до четырех секунд. По времени года — летнее солнцестояние наиболее благоприятная эпоха для зеленого луча; Солнце в это время долго заходит и восходит, и потому длительность явления максимальна. Это как-раз эпоха праздников иванова и петрова дня, когда в старину „караулили Солнце“.

СИГНАЛЫ СОЛНЦА

В августе и сентябре 1917 г. было очень много гроз, а по вечерам небо озарялось великолепными северными сияниями. В то же время на Солнце наблюдалось очень много пятен, из которых многие достигали огромных размеров. Д. О. Святскому тогда пришла в голову мысль: нет ли соотношения между грозами и сияниями, как явлениями электромагнитного характера? Желая выяснить это, он начал статистически сопоставлять число

гроз, отмеченных в России, с числом пятен на Солнце, и, к удивлению, соответствие получилось поразительное! Особенно наглядно обнаружилось оно во время пребывания на Солнце громадной группы пятен в начале августа. Эта группа была самой большой за предыдущие 45 лет. Ей сопутствовали еще 16 других групп разной величины. Общая площадь всех пятен превзошла все бывшие до того времени и занимала 17 миллиардов квадратных километров. Появление этих солнечных пятен сопровождалось сильными магнитными бурями на Земле и великолепными огнями полярных сияний в северном и южном полушарии Земли.

Движение группы по солнечному диску показано на нашей диаграмме (рис. 75) восходящей и нисходящей дугой. Средняя точка ⊙ отмечает прохождение группы через центральный меридиан Солнца, а крайние — моменты появления и исчезновения группы при обороте Солнца.

Группа пятен появилась на восточном краю Солнца 3 августа, и в этот день гроз было мало.

8 августа в группе пятен началось сильное внутреннее движение, продолжавшееся до 14 августа. 9 августа восточное пятно отделилось от остальной группы и распалось. В это время группа приблизилась к центральному меридиану Солнца, который прошла в ночь на 10 августа. Соответственно этому число гроз значительно возросло в России. Магнитные бури отмечены в Павловской обсерватории 9, 10 и 14 августа, и в эти же дни наблюдались северные сияния (отмечены внизу диаграммы значками). Телеграфные станции окрестностей Петрограда не могли правильно работать всю неделю, с 8 по 16 августа.

Мы видим на этом примере поразительное соответствие в ходе магнитных бурь, сияний и гроз с постепенным передвижением и развитием грандиозной группы солнечных пятен.

Зависимость гроз (и других метеорологических явлений) от пятнообразовательной деятельности Солнца была подмечена уже давно статистическим путем на средних величинах метеорологических элементов; но никогда еще не обращалось внимания на столь непосредственную зависимость. Впрочем, гениальный Ломоносов обращал внимание на то, что в начале осени, обильной грозами, чаще бывают и северные сияния; Ломоносов, конечно, не подозревал тут связи с Солнцем, а объяснял это тем, что оба явления имеют одну и ту же сущность — электричество.

Конечно, грозы прежде всего являются следствием динамических процессов в атмосфере, а в наших широтах, особенно на севере, зависят также и от времени года. Но пятнообразовательная деятельность Солнца, несомненно, влияет на распределение гроз по данной территории во времени и влияет на их численность и интенсивность.

Дальнейшие работы в этом отношении показали, что существует несколько периодов в повторении гроз; из них основным является 27—28-суточный, соответствующий обороту Солнца. Конечно, зависимость хода гроз не всегда бывает так отчетливо выражена, как в приведенном случае. Пятен на Солнце иногда очень много, и картина оказывается запутанной. Но мощные образования на Солнце никогда не проходят бесследно на Земле; они сигнализируют нам об опасности гроз и связанных с ними бурных процессов в нашей атмосфере.

Д. О. Святский не остался одинок в такого рода исследованиях. В настоящее время этот вопрос внимательно исследуется и другими как у нас, так и за границей. Сторонником изложенной теории является австрийский метеоролог О. Мирбах. В 1927 г. он проследил все кульминации одной значительной группы солнечных пятен, впервые прошедшей через центральный меридиан

Солнца 21 января. Следующие прохождения этой группы пятен падали на 17 февраля, 17 марта, 12 апреля и 7—8 мая. Это сопровождалось на Земле сильными штормами и ураганами, повлекшими за собою много человеческих

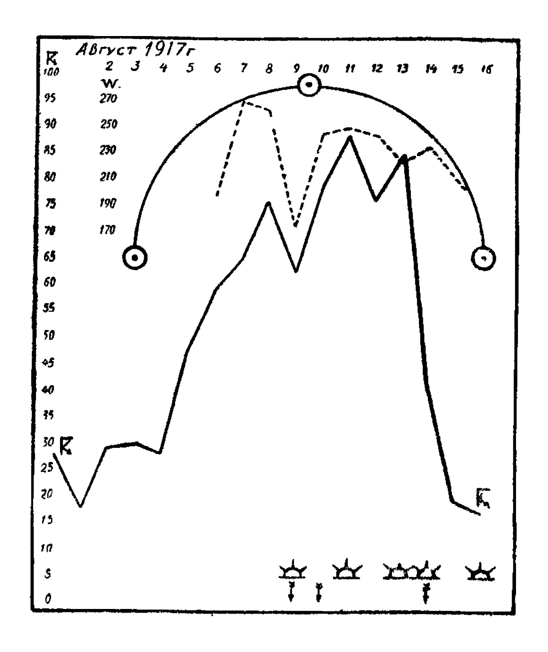


Рис. 75. Ход грозовой деятельности (нижняя кривая), северных сияний и магнитных бурь (значки внизу), в зависимости от передвижения солнечного пятна по диску Солнца (верхняя дуга).

жертв и большие материальные убытки. Мирбах в начале мая даже предупреждал об опасности, указывая на грозные сигналы Солнца. Однако мало кто обратил на это внимание. Летчики Нунгессер и Коли предприняли перелет через Атлантический океан как-раз в роковой день 9 мая и стали жертвой бури, в которую попали при перелете. Мирбах говорит по этому поводу: „Катастрофу,

вероятно, можно было бы избежать, если бы мои коллеги по специальности (метеорологи) согласились, наконец, с тем, что нельзя предсказывать погоду, игнорируя ее хозяина, т. е. Солнце".

„Волны гроз", т. е. период их повторяемости через 27 — 28-суточные периоды, — были предусмотрены и Д. О. Святским для тех же сроков, о которых говорит О. Мирбах, и своевременно публиковались в печати. Нельзя считать случайностью, что два исследователя независимо друг от друга напали на один и тот же путь.

ЛУНА И ПОГОДА

С глубокой древности почти у всех народов существует мнение, будто Луна влияет на погоду и на развитие растительного и животного мира. Так, у нас в народе верят, что при переходе с последней четверти на новолуние обычно бывает непогода. Когда „молодик" народится, то на другой день „обмоется", а на третий проглянет. Какой погодою начинается четверть, такая будет во все ее продолжение. Если на новолуние пойдет дождь—„выкупается молодик", то и вся первая четверть будет дождливая. Полнолуние будто бы „съедает" или разгоняет облака, и т. п. Самый вид лунного серпа считается признаком той или иной погоды: различают тупость или заостренность рогов молодого месяца, поворот их в ту или иную сторону и т. д. Сотни примет настаивают на том, что рост, цветение, созревание различных растений зависят от фаз Луны: сеять и сажать надо в полнолуние, строевой лес рубить в полнолуние; яровую рожь и пшеницу надо сеять в полнолуние, а овес два дня спустя или на два дня раньше, и т. д.

Есть ли разумное основание к подобного рода верованиям?

Прежде всего выделим приметы, связанные с ясностью Луны, заостренностью рогов месяца, появлением кругов

и венцов вокруг Луны. Значительная доля таких примет — не что иное, как местные признаки наступающей погоды, обусловленные состоянием атмосферы, которое влияет на видимые очертания лунного диска. Их давно следовало бы проверить и, быть может, ввести в число научных примет о погоде наряду с другими подобными же, касающимися Солнца, планет, звезд. Иное дело — влияние Луны на развитие растительного и животного мира: тут погода, повидимому, уже никакой роли не играет, а выступают другие факторы. Опытным путем доказано, что лунный поляризованный свет активно действует на ферменты и гормоны; поэтому он может влиять и на жизнедеятельность организмов; становятся понятными многие существующие зависимости от фаз Луны. Так, вблизи Гавайских островов масса червей „палоло" появляется на поверхности моря как-раз в первое весеннее новолуние; в тропических странах некоторые орхидеи распускают свои цветы только в известные лунные фазы.

Остаются еще приметы, ставящие различные перемены погоды в зависимость от лунных фаз. Проверкой их занимались такие ученые, как Араго, Фламмарион, и пришли к отрицательным результатам. Теоретически допускаемая возможность влияния Луны на воздушные приливы, подобно тому, как она влияет на приливы морские, оказалась выраженной в столь малых цифрах, что практически это влияние сводится на-нет. В начале нынешнего столетия инженер Н. А. Демчинский снова оживил было интерес к этому вопросу, пытаясь научно обосновать влияние Луны на погоду, делал предсказания, издавал журнал, посвященный разбору взглядов, родственных его воззрениям; но интерес к ним пропал после критического разбора проф. Клоссовского, показавшего, что предсказания Демчинского оправдываются на 50%, т. е. так же удачны, как и предсказания наобум орла и решетки.

В чем же секрет живучести подобного рода воззрений? Временный, скоропроходящий успех таких предсказаний, повидимому, заключается в том, что период оборота Луны — $28\frac{1}{2}$ суток — близок к периоду обращения пятен на Солнце — от 27 до 30 суток (смотря по широте, на которой они располагаются). Несомненно, бывало, что периодическое изменение погоды в этих пределах случалось; но стоило появиться в другой области Солнца иному мощному пятну, как оно сейчас же разбивало правильный ход солнечного цикла. Но так как предсказатели следили за лунными фазами и не замечали образования пятен на Солнце, то по прошествии нескольких удачных циклов обнаруживалось, что дальнейшие его повторения не несли ожидаемых перемен погоды, и Луна теряла свой кредит.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ

ПОЧЕМУ „МАТКА ДУРИТ НА ПАЗОРЯХ"

Осенью 1581 г. город Псков был осажден войсками польского короля Стефана Батория. В осажденном городе не сегодня-завтра ждали приступа неприятельских войск. Напряженное ожидание ужасного кровопролития искало „чуда", и оно совершилось: в ночь на 28 августа старый кузнец Дорофей, живший в углу города близ Покровского монастыря, увидел, как на небе, влево от Мирожского монастыря, появился большой свет и столб, двигавшийся за городской стеной и освещающий ее, причем воображение полуслепого старца рассмотрело под этим светом богородицу и сонм святых, псковских покровителей: князя Довмонта, богатырский меч которого висел в соборе, Всеволода, Владимира, юродивого Микулу и др. Все они стояли на городской стене и при свете небесного сияния уговаривали богородицу заступиться за Псков...

В ту же ночь в стане Батория, за рекой Великой, в походной палатке, в войсковой канцелярии один из свидетелей похода записывает в дневнике: „Сегодня и в прежние ночи видны на небе знаки, как бы столбы, которые представляют подобие двух конных войск... Но дива тут нет никакого, а скорее какая-нибудь игра природы, испарения и пр.".

Явление, наблюдавшееся над Псковом в ночь накануне осады, было северным сиянием (рис. 76). В Пскове видели в нем чудо, а в стане Батория объясняли естественным путем, хотя в те времена еще не была известна действительная причина, вызывающая эти явления. Их боялись тогда не только во Пскове и вообще на Руси:

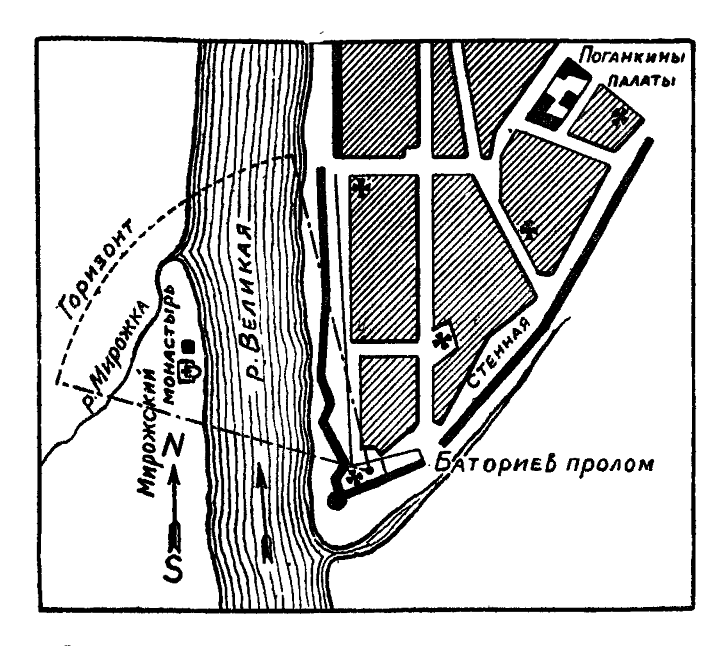


Рис. 76. План юго-западного угла города Пскова, откуда кузнец Дорофей видел северное сияние, свет которого, освещая городскую стену, показался ему чудесным явлением.

в Западной Европе эти небесные огни тоже часто истолковывались, как признак грядущей войны.

Полярные сияния вызывали суеверный ужас своей игрой и разнообразием эффектов главным образом в умеренных широтах, где они вообще бывают видны не часто. Житель севера к ним более привычен. В Скандинавии и Финляндии их не боятся. Нашим „поморам“, жителям

Северного края, казалось, что это „ангелы играют на небесах“. Предки Ломоносова хорошо знали это явление и умели различать отдельные его фазы, называя явление в целом „пáзорями“ или „сполохами.“ Начало пазорей, когда на севере начнет как бы разливаться бледный белый свет, подобный Млечному Пути, называется „отбелью“ или „белью“. Следующий затем переход, когда

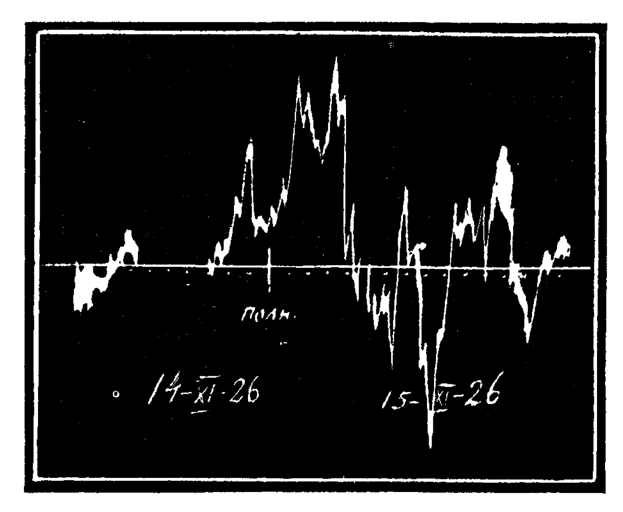


Рис. 77. Запись магнитографом магнитной бури во время северного сияния 14 ноября 1926 г. в Перми.

„отбель“ сначала принимает розовый оттенок, потом постепенно багровеет, называется „зори“, „зорники“. После „зорей“ начинают раскидываться по небу млечные полосы—„лучи“. Если явление продолжается,—лучи багровеют и постепенно превращаются в яркие, красные и других цветов радуги—„столбы“. „Столбы“ краснеют все более и более—„багрецы наливаются“. „Столбы“ сходятся и расходятся—„столбы играют“. Когда слышится треск,—это называют „сполохами“. Если столбы мерцают, то говорят „зори и столбы дышат“. Так, по *Мельникову*-

Печерскому, поморы изображают ход полярного сияния. Но самым замечательным наблюдением, быть может, опередившим научное его открытие, является факт, подмеченный нашими поморами: „на пазорях матка дурит". Маткой архангельские моряки называют компас; по их наблюдениям магнитная стрелка компаса теряет свое спокойствие во время полярных сияний и начинает „дурить"—делать беспорядочные движения.

Что же представляет собою полярное сияние и почему во время его вспышек содрогается магнитная стрелка? Еще гениальный Ломоносов, с детства ломавший голову над причинами этого явления, допускал электрическую природу полярных сияний. Но он думал, что оно вызывается трением снежных кристаллов, плавающих в атмосфере на большой высоте—„мерзлый пар среди зимы рождает пожар". Первым толчком к правильному объяснению северных сияний послужило предположение германского физика Гольдштейна, что Солнце испускает электрические лучи, подобные катодным, и этим объясняется таинственная связь между изменением в пятнах на Солнце и магнитными и электрическими колебаниями на Земле. Огни сияний как бы наглядно демонстрируют эту зависимость. Дальше мысли эти развивались в деталях, но сущность их осталась та же. В 1896 г. проф. Биркеланд опытным путем доказал, что это воззрение справедливо. Он поместил в огромной разрядной камере небольшой шарообразный электромагнит на пути пущенных в камеру катодных лучей. Как только начинал действовать электромагнит, катодные лучи окружали шар двумя венцами света у ее полюсов.

В настоящее время изучением северных сияний усиленно занимается шведский ученый Штермер. Он фотографирует и кинематографирует их из разных пунктов, связанных телефоном, вследствие чего возможно определить форму сияний, их высоту и др. особенности. Ока-

залось, что обычная высота, на которой сияния наблюдаются,—100 км, колеблясь от 80 до 200 км. Верхние же части сияний в некоторых случаях доходят до 1000 км.

Полярные сияния имеют 27-дневную периодичность в зависимости от вращения Солнца вокруг оси. Через этот промежуток времени бывает обращена к Земле

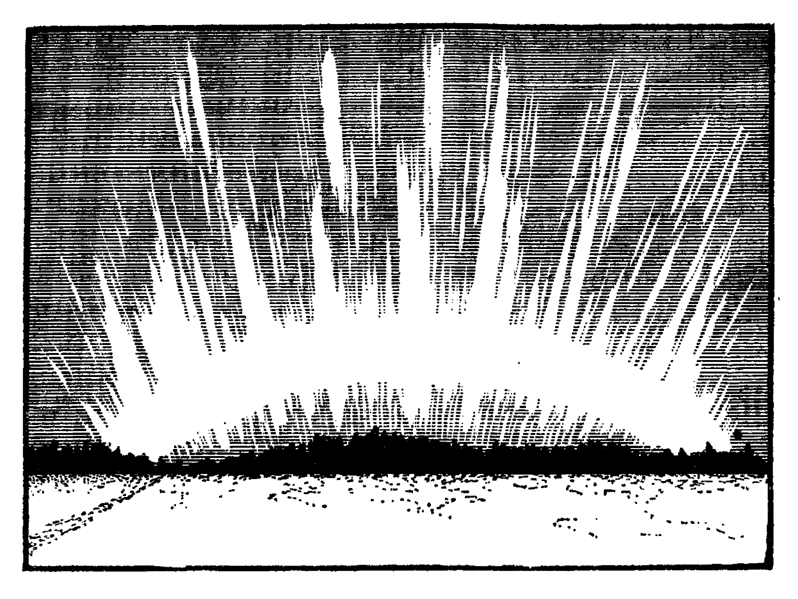


Рис. 78 Северное сияние в виде дуги или арки с выходящими из нее лучами или столбами.

одна и та же группа пятен, с которой сияние связано. А так как пятнообразовательная деятельность на Солнце усиливается через 11 лет, то и сияния обладают 11-летней периодичностью (рис 79).

ТАЙНА ГРОМОВЫХ РАСКАТОВ

„Стукотит — гуркотит — сто коней бежит“,—так изображает народная загадка характерные громовые раскаты, начинающиеся обыкновенно со слабых, словно отдален-

ных, затем усиливающиеся, достигающие наибольшей силы и постепенно ослабевающие. До сих пор раскаты объяснялись отражением одного удара от воздушных слоев различной плотности, порождающим ряд разнообразнейших „эхо“, которые достигают нашего уха в разное время. Наряду с этим, однако, известно, что когда гроза проходит прямо над головой наблюдателя, гром имеет совсем другой характер, напоминающий выстрел или треск, внезапно разражающийся коротко и оглушительно; лишь после этого иногда слышно незначительное эхо. При этом внезапный удар грома следует почти непосредственно после молнии или даже сливается с нею, тогда как в прочих случаях между молнией и громом протекает иногда заметное время; по протекшему промежутку времени часто приблизительно определяют расстояние, на котором произошел разряд атмосферного электричества, т. к. свет распространяется почти мгновенно, а звук сравнительно медленно.

В настоящее время, после работ венского ученого Шмидта, для полного объяснения громовых раскатов нужно принять во внимание не только звуковые волны распространяющиеся после разряда молнии, но и так называемые „взрывные волны“. Последние возникают при взрывах вследствие быстрого образования большого количества газов, вызывающих давление в тысячи атмосфер. Напором этих газов моментально оттесняется ближайший слой воздуха, что и вызывает взрывную волну, распространяющуюся во все стороны. В передней части взрывной волны образуется сильное сгущение воздуха, сзади—большое разрежение. Такая волна бежит быстрее звуковой, но расходясь от места взрыва, она делается слабее по мере того, как сгущение в ее передней части ослабевает. Разрушаясь и видоизменяясь, волна постепенно из взрывной превращается в звуковую.

Молния—это электрическая искра громадного размера и, конечно, также производит взрывные волны, но волны

эти быстро ослабевают по мере удаления от места разряда. Выяснено, что колебание воздушных частиц, распространяющихся со скоростью большей, чем звуковая волна, воспринимаются ухом как треск, и этот-то треск мы и слышим в момент разряда над нашей головой.

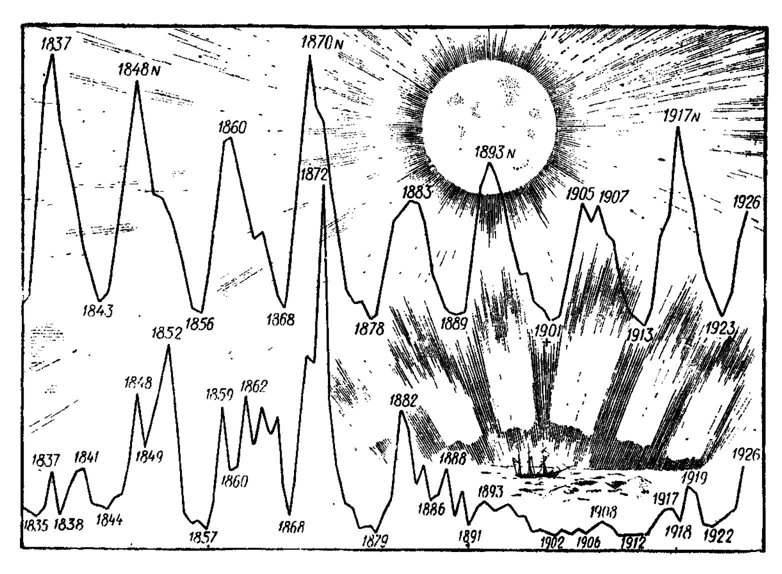


Рис. 79. Зависимость в ходе северных сияний (нижняя кривая) от солнечных пятен (верхняя кривая) 1830—1926 гг. В 1872 г. северных сияний было особенно много, как и пятен на Солнце в 1870 г.

В чем же тогда заключается тайна продолжительных громовых раскатов, когда разряд молнии происходит на некотором расстоянии от наблюдателя?

Фотографии молнии показывают нам, что она состоит не из одной искры, а из ряда искровых разрядов (рис. 80), порождающих целую систему взрывных волн, распространяющихся с разными особенностями. До наблюдателя доходят разные фронты этих волн, взаимно перекрещивающихся. Кроме того, в виду большой длины молнии,

путь, проходимый ею через слои воздуха разной плотности, дает неоднородную взрывную волну. Наконец, не исключена возможность и отраженного „эхо“ от слоев воздуха.

Теперь мы яснее представляем себе, почему так сложны те раскаты грома, то затихающие, то вновь усиливающиеся, которые мы обычно наблюдаем в грозу и которые народ приравнивает к топоту „ста коней“.

ЗАГАДОЧНЫЕ ПРЕСТУПЛЕНИЯ МОЛНИИ

На могиле Веньямина Франклина надпись гласит, что он „похитил с неба молнию“. Действительно, с именем

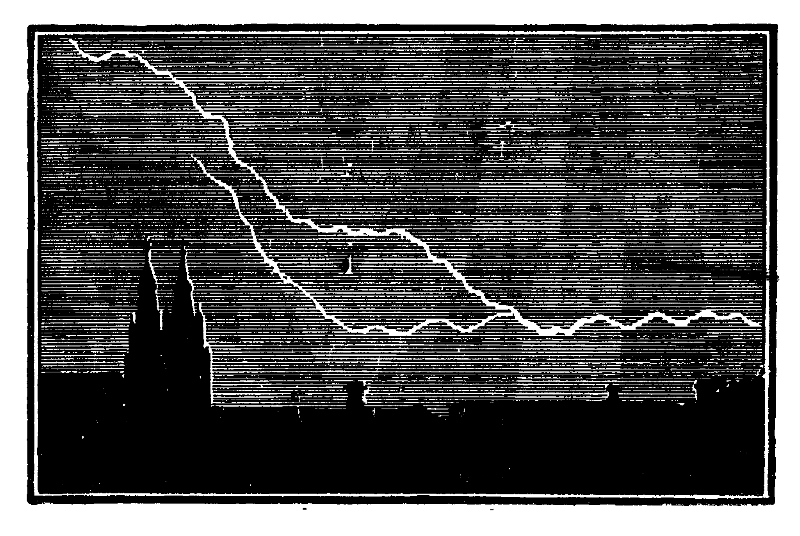


Рис. 80. Рисунок с фотографии молнии во время грозы.

этого замечательного человека связано раскрытие тайны молнии: кто не слыхал о знаменитом змее Франклина, который он запускал, чтобы извлечь электрическую искру из туч по металлическому проводу, протянутому к змею?

В первый раз известие о великом открытии Франклина сообщено русским читателям в „С.-Петербургских Ведомостях“ 1752 г.:

„В Филадельфии, в Северной Америке, господин Вениамин Франклин столь далеко отважился, что хочет вытягивать из атмосферы тот страшный огонь, который часто целые земли погубляет. А именно, делал он опыты, для изведания, не одинакова ль материя молнии и электрической силы, и действие догадку его так подтвердило".

В том же году Ломоносов и Рихман хотели повторить опыт Франклина, но гроз в С.-Петербурге не было, и только в следующем они дождались их. Квартиры Рих-

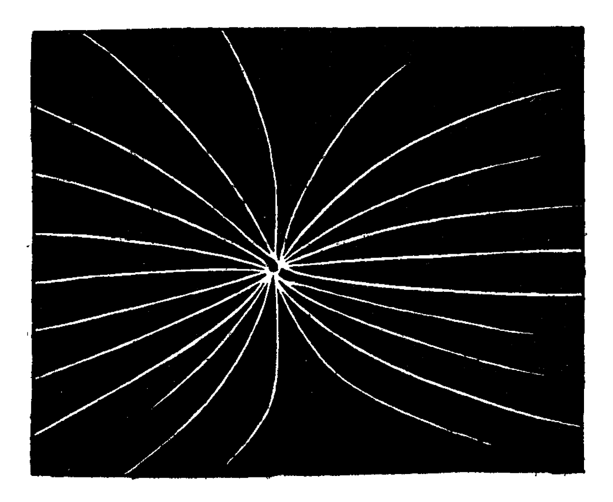


Рис. 81. Снимок с аэроплана разряда молнии.

мана на 5-й линии Вас. Острова и Ломоносова на 2-й линии были приспособлены к опытам. На крышах их красовались шесты, от которых внутрь квартир были проведены железные цепи. Конечно, это были не громоотводы, а настоящие громоприводы; мысль о сооружении подобных смертоносных „машин" теперь представляется нам безумием, но тогда это было далеко не ясно нашим ученым, и они не подозревали, какой опасности подвергали свои жилища. Стремление к раскрытию тайн атмосферного электричества у наших ученых, очевидно, было сильнее сознания собственной безопасности. Исход этих

опытов был роковым: Рихман был убит голубоватой шаровой молнией, выскочившей из прута, проведенного в его квартиру, Ломоносов остался жив лишь благодаря случаю. Ломоносов так писал об этом Шувалову:

> „Я не знаю еще, или по последней мере сомневаюсь, жив ли я, или мертв. Я вижу, что проф Рихмана громом убило в тех же точно обстоятельствах, в которых я был в то же самое время. Выставленную громовую машину посмотрев, не видел я ни малого признаку электрической силы. Однако, пока кушанье на стол ставили, дождался я нарочитых электрических из проволоки искр, и к тому пришла моя жена и другие. И как я, так и они беспрестанно до проволоки и до привешенного прута дотыкались... Внезапно гром чрезвычайно грянул в самое то время, как я руку держал у железа и искры трещали. Все от меня прочь бежали. И жена просила, чтобы я прочь шел. Любопытство удержало меня еще две-три минуты, пока мне сказали, что шти простынут... Только я за столом посидел несколько минут, внезапно дверь отворил человек покойного Рихмана, весь в слезах.. Он чуть выговаривал: профессора громом зашибло".

Смерть Рихмана взволновала весь Петербург. Ломоносов просил Шувалова, „чтобы сей смертный случай не был протолкован противу приращения наук,—всепокорнейше прошу науки миловать". На академическом заседании была даже снята речь Ломоносова об электричестве „по причине случая смертного с проф. Рихманом". Нашлись и такие люди, которые трунили над учеными: хотел других спасти от грозы, а сам был убит...

Со времени смерти Рихмана прошло почти два века. Теперь никто уже таких опасных опытов делать не станет. „Машины" наших академиков из громоприводных стали громоотводами. Люди начали постигать тайну шаровой молнии, некогда поразившей Рихмана. Умерший недавно физик Штейнметц в Америке получил в лаборатории искусственную шаровую молнию. Подобные же опыты были поставлены у нас (в лаборатории проф. Чернышева в Ленинграде) физиком Москвиным и тоже дали успешные результаты. Цилиндрический сосуд с двумя электро-

дами наполнялся газом—аргоном. Верхним электродом служила платиновая пластинка, нижним — поверхность щелочного металла (натрия), нагреваемого выше температуры плавления. Вблизи поверхности металла возникали отдельные светящиеся образования шаровидной формы. Они медленно двигались к другому электроду и, не достигнув его, плавно уклонялись в сторону и исчезали. Правда, такие шарики не превышали 10 мм в диаметре, и до настоящих шаровых молний им еще далеко. Но все же явление, подобное шаровой молнии, воспроизведено.

За последнее время французский физик Матиас высказал мысль, что шаровая молния происходит от особой грозовой материи, образующейся в воздушном канале, по которому проскакивает линейная молния. Эта накаленная материя светится красным или желтым цветом, иногда голубоватым, еще реже зеленым. Постепенно остывая с поверхности, грозовая материя стремится принять шаровую форму вследствие поверхностного натяжения. Выйдя из канала, шаровая молния приобретает самостоятельное, иногда очень причудливое движение. Это объясняется тем, что шар молнии подчиняется закону „сфероидального состояния жидкостей" только вместо капли воды, бегающей по раскаленной плите, мы имеем раскаленное ядро в соприкосновении с предметами, имеющими более низкие температуры. Цвет молнии объясняется ее химическим составом. Органические вещества в воздухе придают грозовой материи красный или желтый цвет, прохождение же шаровой молнии по металлическим предметам окрашивает ее в голубой или зеленый цвет. Вот почему шаровая молния, убившая Рихмана, была голубой.

Однако, не все еще тайны молнии раскрыты. Ежегодно приходят сообщения о разнообразных случаях поражения молнией, где не все объяснимо. Так, 28 июня

1926 г. близ Стрельны, под Ленинградом, молния пробила досчатую крышу низкого сарая, окруженного высокими зданиями и деревьями, и убила стоящих внутри над кормушками двух лошадей, опалив им головы от челюстей до ушей, так как ток очевидно прошел по уздечкам. Корова же, стоявшая рядом, осталась невредима. 3 мая 1925 г. в Пермяцком округе убита лошадь в конюшне, ей отрезало язык—и больше никаких повреждений! Быть может, и здесь все дело в уздечке. 7 августа 1925 г. во время сильной грозы в Новосибирске молния ударила в столб осветительной сети, верхушку которой растрепало. Разряд распространился по сети, и загорелось три трансформатора. Разряд был настолько силен, что его не могли принять шесть громоотводов (роговых на трансформаторах), а громоотвод электростанции выбросил такой пучок лучей, что сторож подумал, что станция горит. У абонентов испортилось множество лампочек. В доме, находившемся против разрушенного столба осветительной сети, после удара оказалось разбитым зеркало, лежавшее горизонтально на столе; на поверхности находились ножницы, отброшенные в сторону. Очевидно, зеркало с амальгамированной задней поверхностью и лежащими на нем ножницами составило естественный конденсатор.

Вот еще примеры. 8 сентября 1926 г. в Переславле Залесском молния ударила в провода и расщепила шесть телефонных столбов. Разряд передался на телефонную станцию, где перегорело семь предохранителей на столбе у станции и у некоторых абонентов. Затем разряд передался в почтово-телеграфную контору по проводу, по которому передавали телеграмму. На телеграфном аппарате помещался громоотвод с волнистыми поверхностями из темного металла. В момент грозового разряда из промежутка между этими поверхностями, при треске, похожем на взрыв пистона, вылетел огненный шарик, величиною

с горошину. Он пролетел семь метров и исчез, коснувшись металлических частей десятичных весов.

17 июля 1927 г. в с. Измайлове, под Москвой, внезапно налетевшей грозой ударило в антенну, прикрепленную к ели, под которой стояли наблюдатели. Наверху антенны появился голубоватый шар с размытыми краями. Он мгновенно скользнул по антенне к окну, и раздался оглушительный треск. Из окна дачи, где стоял приемник, вырвался столб красно-бурого дыма и сразу исчез. Антенны длиной в 30 м как не бывало! Окно, куда входил провод, опалено. А лежавший поблизости нож на столе покрылся медными пятнами.

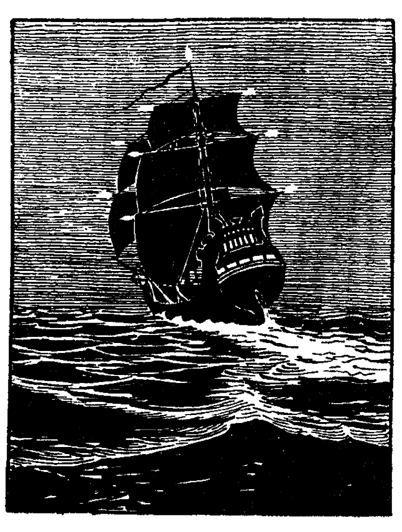


Рис. 82. „Огни св. Эльма" на мачтах и снастях.

В Голштинии (Германия) 14 ноября 1926 г. после грозы были найдены на полях до 20 убитых гусей-казарок с ожогами на брюшной стороне. Очевидно, молния ударила в стаю и прошла вдоль по гусям, летящим шеренгой.

„ОГНИ СВ. ЭЛЬМА"

Не всегда однако электричество ведет себя так жестоко. Явление, известное под именем „огней св. Эльма", представляет исключительно эффектную и совершенно безобидную картину. Это так называемый „тихий разряд" электричества, который проявляется свечением на остриях различных предметов. Свечение слабое, так что днем его часто можно не заметить; иногда оно сопро-

вождается легким треском и свистом. Часто „огни св. Эльма" наблюдаются при грозовом состоянии воздуха, на мачтах и снастях парусных судов (рис. 82). Нередко их можно также видеть в горах. Один из инженеров, работающих в Скалистых горах в Колорадо, пишет:

„Свечение, сопровождаемое своеобразными свистящими и трещащими звуками, весьма часто наблюдается в горах Колорадо. Наши горняки, инженеры и кондуктора поездов на горных линиях, живущие, можно сказать, в самой гуще этих электрических явлений, нередко очень забавляются страхом, который они вызывают у непривычных путешественников. Особенно забавно бывает, когда у какой-нибудь „кисейной барышни" волосы встают на голове дыбом и светятся, точно у мифической фурии! Я часто слышал при этих явлениях определенные звуки на высотах около 2000 м; на больших высотах они нередко становятся прямо-таки страшными".

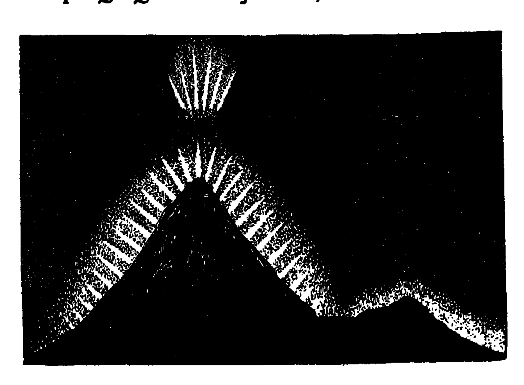


Рис. 83. Свечение Андов.

Некоторые старые шахтеры считают, что характер электрических явлений на поверхности земли может дать представление о залегающих в глубине металлических рудах; возможно, что в этом есть некоторая доля правды.

Свечение Андов — явление „огней св. Эльма" в грандиозном масштабе: вершины гор светятся огненными языками (рис. 83).

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

ПРЕДСКАЗАНИЕ ПОГОДЫ

ВИХРИ НА ВОЗДУШНОМ ОКЕАНЕ

Водовороты на морях происходят от встречи двух течений: массы воды в месте встречи течений приходят в вращательное движение, образуя воронку, попадать в которую избегают суда, чтобы не быть разбитыми в щепы.

Атмосферу нашей планеты тоже можно рассматривать как воздушный океан, массы которого не остаются покойными, а движутся по разным направлениям. В месте встречи двух противоположных воздушных течений тоже образуются вихри, которые обычно носят название „циклонов“.

Но поперечник этих воздушных вихрей достигает многих десятков и даже сотен километров.

В миниатюре мы можем наблюдать то, что в грандиозных явлениях происходит в настоящем циклоне, — в пыльном вихре, кружащемся летом на дороге. Он рождается от двух потоков воздуха, столкнувшихся в своем движении и закруживших в своем вращательном движении пыль, листья, щепки, даже более крупные предметы.

Представьте себе два более мощных потока воздуха, захватывающих огромное пространство; один — явившийся из нагретых южных стран, другой — из приполярных областей. Оба потока в месте встречи образуют вихрь. Представьте теперь, что один из потоков, например, южный будет сильнее. Воздух в образовавшемся вихре,

под влиянием вращения Земли вокруг оси с запада на восток, начнет устремляться справа налево или, как говорят, „против часовой стрелки“, мы — наблюдатели — на дне такого вихря будем видеть возникновение и усиление ветров южных и юго-западных, если воздушный вихрь пройдет над нами юго-восточной своей частью; наоборот, если он пройдет над нами северо-западной своей частью, ветры будут слабее, но холодные — с северо-востока, севера и востока. Этот воздушный вихрь и носит название циклона, если размеры его достигают десятков и более километров, но только в нем не наблюдается настоящего круговращения как в обыкновенном вихре. Прежде всего характерно для циклона то, что его можно разделить на две не смешивающиеся части: юго-восточную — с теплым током воздуха, и северо-западную—с холодным током. Схематически это представлено у нас на рисунке (рис. 84). Можно провести даже границы между этими двумя частями циклона и двумя основными потоками воздуха в нем, — справа это будет так называемая „направляющая линия“, по которой обычно следует циклон с запада на восток. Она носит название теплого фронта. Левая линия шквалов носит название холодного фронта. Посмотрим, что будет происходить на этих разделах. Теплые потоки

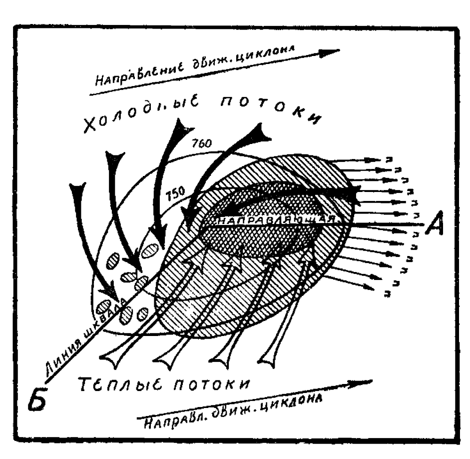


Рис. 84. Схема циклона. Заштрихованная площадь означает область дождя и облачности. Стрелками справа обозначены перистые облака — предвестники надвигающегося циклона.

воздуха на линии „направляющей“, встретившись с поперек им идущими холодными потоками, вынуждены будут уступить их преграде, потому что теплый воздух легче холодного. Накопляясь здесь, потоки теплого воздуха начнут вследствие этого вытесняться вверх и натекать поверх холодных потоков. Это и есть то, что обычно называют восходящими токами. Восходящие токи, продолжая свой путь поверх холодных, образуют большую облачность, так как вместе с теплом несут и большое количество паров. Поэтому здесь возникают осадки и грозовые явления, которыми так характерен циклон в передней своей части. На линии же холодного фронта мы увидим обратное явление. Там холодные массы воздуха наталкиваются на поперечное им теплое течение и, будучи тяжелее теплых, начнут опускаться книзу и внедряться под теплое течение. Поэтому, с одной стороны, здесь температура станет падать, с другой же стороны — поднятые холодным воздухом кверху теплые потоки дадут кратковременную, прерывающуюся облачность и осадки. Здесь будет происходить борьба между теплом и холодом, дождем и прояснением. Это — тот тип погоды, который обычно наблюдается после прошедшего обложного циклонического дождя и который характеризуется названием „шквалов“. Что же касается северной части циклона и главным образом северо-западной, то там будет сравнительно ясное небо при пониженной температуре.

Тепловой сектор циклона, заключенный между теплым и холодным фронтами, редко бывает столь широким, как показано на рисунке. Чаще всего он сужается, и иногда это сужение достигает полного слияния теплого и холодного фронтов.

Массы воздуха, заключенные между таким сомкнутым (нейтральным) фронтом, тогда вытесняются в более высокие слои тропосферы. Этим обычно заканчивается

жизнь циклона, и, как говорят, он окклюдируется. Окклюзия — значит пленение или отъединение масс теплого воздуха вверх от притекающих с обеих сторон сектора холодных или менее нагретых масс воздуха соседних частей циклона, и температуры в циклоне постепенно выравниваются.

Мы представили себе в начале два мощных потока воздуха, северный и южный, дав перевес по силе второму, — и получили циклон. Теперь представим себе обратное состояние, когда северный поток перевешивает по силе южный. Очевидно, движение ветров в этом образовании будет тогда противоположное циклону — слева направо, по часовой стрелке. Такое образование носит название „антициклона".

В то время как в циклоне главное значение имел поток теплого воздуха, внедряющийся в него, в антициклоне происходит обратное: главная роль принадлежит там холодному течению, которое вытесняет теплый, более легкий воздух.

Мы взяли в обоих случаях типичный вид циклона и антициклона с движением их с запада на восток в северном полушарии. Для южного полушария движение, распределение и значение ветров в этих образованиях будут обратными. Но и в нашем полушарии не всегда циклон непременно движется с запада на восток, а иногда может спускаться с севера на юг или подниматься с юга на север. Предлагаем читателю подумать и решить вопрос, где в таком случае в циклоне будет направляющая линия и где линия шквалов, и будут ли в нем ветры иметь такое же значение, как в разобранном случае.

ВОЗДУШНЫЕ ГОРЫ И ДОЛИНЫ

Положение циклонов и антициклонов для данного дня и часа обычно наносится на карту, которая носит название „синоптической" (рис. 85), при помощи проведе-

ния так называемых изобар, т. е. линий одинакового барометрического давления. Поэтому у каждой линии вы видите на карте в цифрах высоту барометра: 740, 750, 760 и т. д.; если цифры убывают к центру концентри-

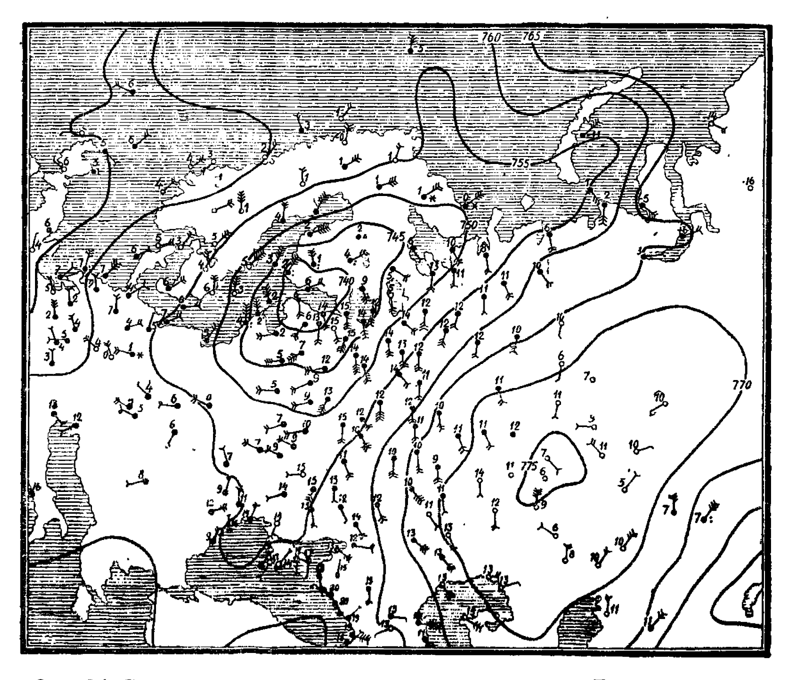


Рис. 85. Синоптическая карта погоды, составленная Главной геофизической обсерваторией в Ленинграде для утра 10 мая 1928 г. Цифры, поставленные около стрелок, обозначающих ветры, указывают температуру воздуха в этих пунктах наблюдений. На карте циклон стоит с центром над Финским заливом, антициклон за Уралом.

ческой фигуры, то мы имеем дело с барическим минимумом, у которого теплый, более легкий воздух, втекающий внутрь, понижает барометрическое давление, и барометр падает от 760 к 750 и ниже до 730 — 725 мм. Стрелки, поставленные по краям изобар в пунктах производства метеорологических наблюдений, показывают направление, а их оперение — силу ветра. Мы видим, что

у циклона в юго-восточной половине господствуют юго-западные ветры, как и говорилось выше.

Барические максимумы, наоборот, изображены на карте с цифрами, увеличивающимися к центру: 740, 750, 760, 770 мм. Здесь теплый и легкий воздух вытесняется холодным, более тяжелым, который увеличивает давление: барометр поднимается. Ветры имеют обратное расположение, и ясное небо вообще преобладает (белые кружочки), хотя это и не является правилом. Зимние, например, максимумы заполнены густой облачностью.

На новейших картах погоды изобары выражают барометрическое давление не в мм, а в миллибарах. Это новая единица измерения давления атмосферы — „бар", равняющаяся давлению в один миллион дин на 1 кв. см поверхности. Один бар или 1000 миллибар соответствует давлению в 750,1 мм. Таким образом, барометрическое давление, изменяющееся от 710 до 800 мм, теперь выражается в миллибарах от 946 до 1066 мб. В циклонах большей частью мы видим изобары с цифрами, убывающими к центру от 1000 к 980 мб и ниже, а в антициклонах — с цифрами, возрастающими от 1000 к 1025 мб и выше. Эта система обозначений признана более удобной, по существу же она ничего не меняет.

По аналогии с земным рельефом местности, где чередуются горы и долины, возвышенности и впадины, метеорологи говорят о барометрическом или барическом рельефе. В самом деле, если в минимумах, куда втекает легкий воздух, образуется меньшее давление, казалось бы, должна образоваться пустота и все барическое образование получает вид воронки со впадиной посредине. Поэтому ее естественно приравнять к котловине, тогда как максимум, в котором скопляется тяжелый воздух, можно представить в виде гороподобного возвышения. Такое сравнение обычно и проводится, но оно имеет только условное значение, так как слой воздуха в тропо-

сфере везде имеет одинаковую высоту, а избыток теплого или холодного воздуха в этом слое делает лишь один и тот же объем воздуха более или менее тяжелым.

Говоря о „барическом рельефе“, изображаемом картой погоды, употребляют такие термины, как ложбина и отрог. Дело в том, что не всегда мы имеем дело с законченными и ясно выраженными циклонами и антициклонами. Иногда они находятся лишь в процессе роста, иногда мы имеем дело с целой системой или, как говорят, семьей циклонов. Нередко от основного циклона тянется куда-либо в сторону циклоническое незаконченное образование, — в таком случае мы говорим о ложбине (рис. 85). Такое же образование от антициклона называется отрогом или гребнем высокого давления. Тот участок карты, на котором соприкасаются, перекрещиваясь между собою, два циклона и два антициклона, носит название седловины.

Таким образом, „воздушные горы и долины“, проносящиеся над нами, обнаруживают себя для наблюдателя каждой отдельной метеорологической станции падением или повышением барометра. Соответственно этому, меняется и тип погоды, направление и сила ветра. По характеру и расположению барического рельефа можно судить о наступлении и ходе в данной местности погоды и ожидающихся в ней переменах, поскольку барическая система имеет в том или ином направлении перемещение.

БУРЯ, ЗАСТАВИВШАЯ АСТРОНОМА СТАТЬ МЕТЕОРОЛОГОМ

Во время Восточной войны французский и союзный флот, находившийся в Крыму в Балаклавской бухте, сильно пострадал от разрушительной бури, пронесшейся над Крымом 14 ноября 1854 г. Одно судно совершенно затонуло. Работы по планомерной осаде Севастополя сильно были нарушены. Известие об этом поселило во Франции большое уныние.

В то время директор Парижской Астрономической обсерватории Леверье был на вершине своей научной славы. В 1846 г. им было сделано замечательное открытие планеты Нептуна на „острии своего пера“: сидя в кабинете за вычислениями, он указал наблюдателям то место, где должна находиться предполагаемая планета. Опечаленный несчастьем, стихийно разразившимся над союзным флотом, Леверье задумывается над бурей, которая была причиной разрушений во флоте. Математический ум его, привыкший всюду видеть строгую закономерность, ищет ее и в этой стихии. Ему кажется, что балаклавская буря, в своем вихреобразном движении подобна планете, мчащейся в пространстве. Какая ирония судьбы: человеческий разум способен за сотни лет вперед предвидеть положения планет, затмения, соединения, противостояния и т. п. — все то, что происходит в недосягаемом пространстве; а то, что совершается здесь, на Земле, окутано еще для пытливой человеческой мысли завесой непонимания!

Леверье казалось, что он разрешил бы эту загадку, если бы для вычислений имелся у него материал. Он обращается к ряду ученых, которые вели в то время метеорологические наблюдения, с просьбой доставить ему наблюдения за предшествовавшие буре дни — 12 и 13 ноября 1854 г. Полученные им данные, обработанные и сгруппированные, показали, что астроном был прав. Математическая мысль и здесь может торжествовать. Буря у Крымских берегов — не местного происхождения. Она пришла вихрем, вращаясь вокруг оси, подобно Нептуну в далеком мировом пространстве, и шла сюда в течение двух дней через Италию и Балканский полуостров. Леверье торжественно заявил, что если бы у него заблаговременно были в руках наблюдения этой бури, переданные по телеграфу, то он, сообразив направление движения бури и рассчитав скорость ее продвиже-

ния, мог бы телеграфировать на театр военных действий и предупредить союзников о надвигающейся опасности.

Практическое следствие теоретических рассуждений было так очевидно, что Леверье удалось вскоре же при правительственной поддержке наладить первую государственную службу погоды — систему предсказания погоды по телеграфу из Франции. С 1857 г. к этой системе стали примыкать и другие государства. Так возникла синоптическая метеорология — собирание одновременно производимых метеорологических наблюдений в разных местах и обработка их в едином центре, откуда на основании изданной карты погоды стало возможным делать первые предсказания ожидаемой погоды. В дальнейшем делу, начатому Леверье, сильно помогли другие страны. С этих пор и начало развиваться учение о строении и движении циклонов и антициклонов и о барическом рельефе. У нас синоптические карты стали выходить с 1872 г. Так как в большинстве случаев циклоны движутся с запада, то Россия оказалась в особенно счастливом положении: наблюдения, производимые в Западной Европе, сообщенные нам по телеграфу, уже дают богатый материал для предсказания погоды у нас. Циклон, возникший где-либо в Исландии, прежде чем попасть к нам, должен пройти над Англией, Францией, Германией; наиболее краткий его путь в наш Союз будет лежать все же через Скандинавию. Сеть метеорологических станций на нашей территории уже будет иметь значение для востока Союза и Сибири. Но это не значит, что для нас собственная сеть станций может иметь только второстепенное значение. Дальнейшая разработка синоптической метеорологии показала, что для полного уяснения законов, управляющих движением циклонов и антициклонов, недостаточно единичного их изучения, а необходимо исследование барического рельефа всего земного шара или по крайней мере северного полушария.

ПОЛЯРНАЯ ШАПКА ХОЛОДНОГО ВОЗДУХА

Выше мы изложили теорию образования циклонов, как следствие встречи двух воздушных течений, одного теплого, идущего из южных тропических областей, и другого—холодного—из приполярных северных стран. Эта теория, высказанная впервые норвежским ученым Бьеркнесом и ныне разработанная Бержероном — представителями Бергенской школы в синоптической метеорологии, все более и более находит себе сторонников, и на основе ее принципов теперь составляются у нас в СССР ежедневные карты Центрального бюро погоды в Москве и Областного—в Ленинграде.

По воззрениям Бергенской школы, массы воздуха как в циклонах, так и в антициклонах не однородны. Они состоят из частей разнородных потоков. Они не смешиваются между собою, а движутся рядом, отграничиваясь один от другого линиями раздела, носящими название теплого и холодного фронтов, как это мы видели выше. Теплый воздух, притекающий с юга в верхнем слое тропосферы к полюсу и опускающихся там от охлаждения, образует над полюсом постоянную шапку холодного или арктического воздуха, края которой, в среднем, на широте 60 – 65^{0} (в северном полушарии) имеют наклон к земной поверхности, по которому проходит „поверхность раздела“. Но эта „средняя“ граница полярной воздушной шапки никогда не сохраняет своих правильных очертаний, части ее иногда отделяются в виде „капли“ к югу—и опускаются в тылу теплых циклонических секторов или „языков“ тропического воздуха, стремящихся, наоборот, прорваться к северу. На рис. 86 мы видим как раз, что такой теплый „язык“ вдается в Скандинавии и Баренцовом море до Новой Земли—следовательно, здесь имеет место большой циклон, тогда как вдоль Карелии происходит натиск полярного фронта к югу,—в тылу циклона, прорывающего полярный фронт

в Сибири. Эта схема лучше всего помогает усвоить идеи Бергенской школы, хотя в действительности дело бывает сложнее, и полярная воздушная шапка сильно наклоняется иногда набекрень и полярная капля спускается до Северной Африки.

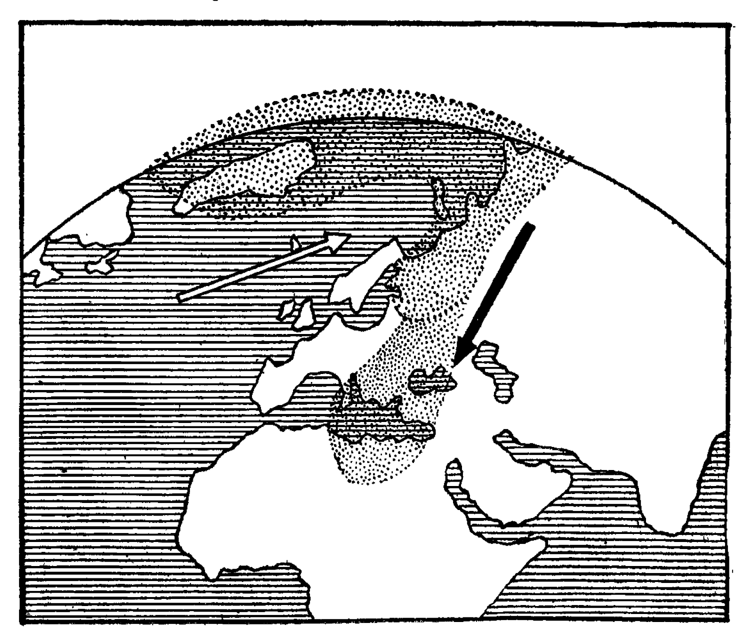


Рис. 86. Полярная шапка воздуха и натиск холодного фронта на юг.

На прилагаемой карте погоды 19 февраля 1932 г. (рис. 87) видно, как „капля" арктического воздуха (AB), спустившись вдоль Урала, охладила воздух Южной Европы до 10°—15° мороза; она заполняет имеющий здесь место антициклон с 1040 мб в центральной его части. В то же время обширная область низкого давления над Феноскандией, Баренцовым и Карским морями и над всем нашим севером заполнена тремя циклоническими центрами до 980 мб, с языками теплого воздуха, поднявшими

здесь температуру до 3°—4° выше нуля. Область низкого давления заполнена морским воздухом, пришедшим

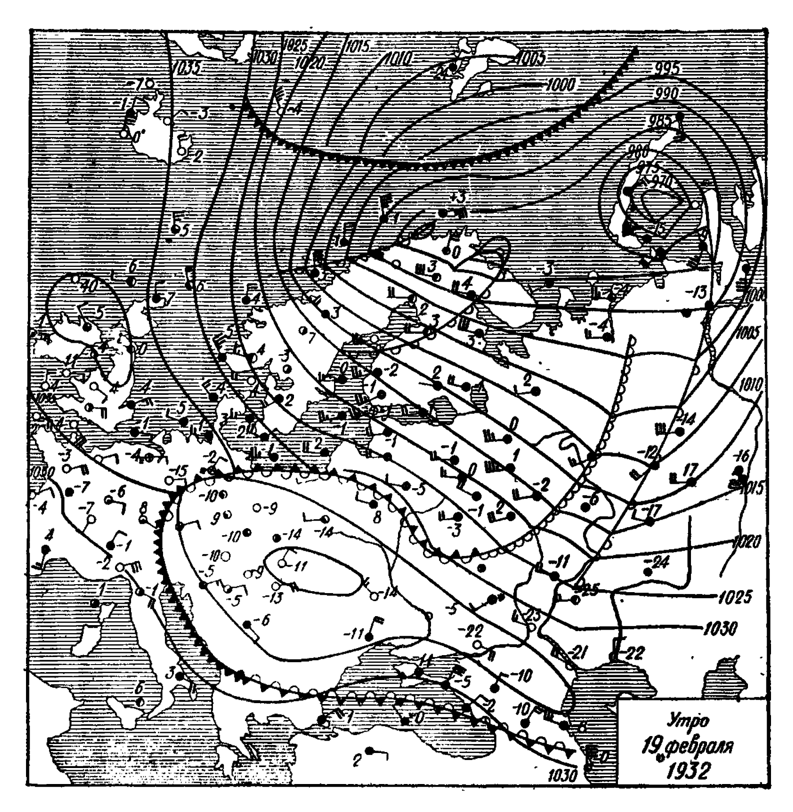


Рис. 87. Карта погоды, составленная по новому методу.

сюда из Атлантического океана и согретым теплым течением Гольфстрима. Вот почему в Ленинграде и даже на Мурмане зимой иногда бывает теплее чем на юге, а на Новой Земле теплее чем в Архангельске.

АТМОСФЕРНАЯ МАШИНА

Атмосферная циркуляция с ее циклонами и антициклонами и прорывом полярного и тропического фронтов

может быть представлена так. Вокруг каждого полушария существуют четыре широтных кольца или зоны воздуха — экваториальная, тропическая, полярная или переходная и арктическая. В первой зоне господствуют пассаты. Из тропической зоны, прорывая фронт, выделяются теплые „языки“ воздуха, а из арктической шапки — холодные „капли“. Промежуточная же между ними зона полярного или „переходного“ воздуха, между 45° и 70° широты (рис. 88) является той ареной, на которой возникают, растут и распадаются циклоны; в тылу циклонов происходит обвал арктических масс воздуха. Формы „языка“ и „капли“ не случайны. Острый язык или клин теплого воздуха, имея в общем стремление с юга на север, прокладывает себе путь с большим трудом среди „нейтральных“ частиц „переходного“ воздуха, обладающих меньшей скоростью вращения, и своей формой как бы следует суживающимся к полюсам меридианам. Наоборот, „капля“ холодного воздуха, устремляясь с севера на юг, легко прокладывает себе путь, внедряясь под теплый воздух. Растекаясь на восток и запад, вследствие ускоренного вращения частиц тропосферы, она следует форме расходящихся меридианов.

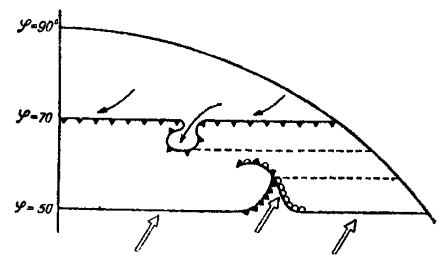


Рис. 88 Схема взаимоотношения холодного и теплого фронтов.

Таким образом, „переходный“ воздух пассивен, а зоны арктического и тропического воздуха динамичны. Циклоны в атмосферной машине играют роль как бы трансмиссионных колес между двумя зонами — арктической и тропиками.

Циклон никогда почти не бывает одиночным, а наблю-

дается целая семья их, следующих друг за другом—отца, сына и внука (терминология Бьеркнеса), причем отец идет несколько впереди, сын же и внук отстают; в тылу каждого из них наблюдается прорыв арктического воздуха к югу (рис. 89). Вдоль линии всех членов семьи этот прорыв бывает иногда столь значителен, что превращается в самостоятельное образование—в полярный антициклон, иногда далеко проникающий на юг. В среднем, семья циклонов проходит через данное место наблюдения с запада на восток в $5^1/_2$ дней, и затем следует антици-

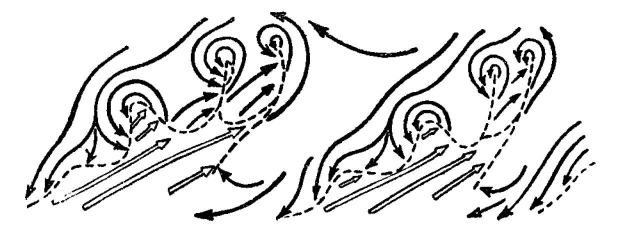


Рис. 89. Схемы циклонов.

клон, т. е. как бы опускается завеса полярного фронта над циклоническим процессом. Далее идет новая семья циклонов, заключающаяся новым антициклоном, и, таким образом, весь процесс циркуляции атмосферы в средних широтах можно себе представить, при идеальном его течении, в виде четырех полярных воздушных потоков, которые, прорываясь между каждыми двумя семействами циклонов, разделяют их и несут холодный воздух в более южные широты. Вся система при этом вращается вокруг полюса в направлении с запада на восток и через каждые 22 ($5^1/_2 \times 4$) дня приходит в свое исходное положение (рис. 90). В чистом виде эта схема наблюдается в южном полушарии, где материков мало и они не искажают процесса. Наоборот, в северном полушарии обилие суши и горных хребтов никогда почти не позволяет проследить процесс в чистом виде.

КАК В ОБСЕРВАТОРИИ ПРЕДСКАЗЫВАЮТ ПОГОДУ

В погоде заинтересованы все, и потому все жаждут достоверных предсказаний. Когда предсказание не сбывается, обрушиваются на обсерваторию, высмеивают метеорологов и метеорологию. Мало кто задумывается над тем, насколько трудно давать такие предсказания. Курьезно, что многие воображают, будто предсказания погоды в Ленинграде дает Пулковская обсерватория. В канцелярии этой астрономической обсерватории часто получаются письма с упреками по поводу несбывшихся предсказаний. На самом же деле погоду изучают у нас и делают попытки предсказаний (т. е. несут государственную службу погоды) особые Бюро погоды в составе Единой гидрометеорологической службы в Москве и Ленинграде.

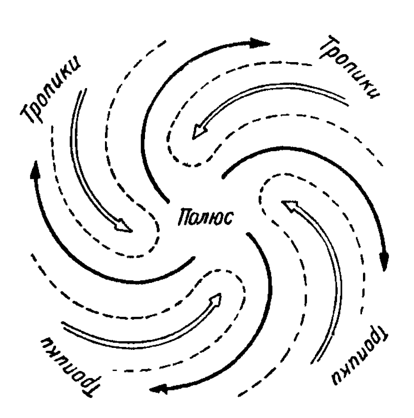


Рис. 90. Циркуляция течений в тропосфере.

Как же современные метеорологи пытаются предсказать ход погоды? Говорим: „пытаются“, потому что метеорология далеко еще не достигла той высоты, которая, как в астрономии, дает возможность за тысячи лет вперед предсказать солнечные затмения с точностью до минуты времени. Метеорология находится еще на первых ступенях своего развития. Число причин и воздействий, влияющих на погоду, очень велико, и далеко не все они ясны, — поэтому и предвидение погоды нелегко. На предсказания погоды пока нужно смотреть, как на искусство, а на предсказателя — как на искусного стратега, разбирающегося в карте военных действий.

В чем же состоит сущность предсказаний? Их можно разделить на краткосрочные и долгосрочные. Метод краткосрочных предсказаний, на день-два вперед, — это в основном метод Леверье: по направлению и скорости движения циклонов и антициклонов набросать схему погоды в тех местах, через которые они пройдут. Но со времен Леверье наука сделала большой шаг и научила метеорологов разбираться во всей совокупности барических систем. Так, оказалось, что если наблюдается не один циклон, а целая их семья, то, кроме общего их движения, можно подметить и вращение их около центрального циклонического ядра; движение это происходит также против движения часовой стрелки, а в семье антициклонов — по направлению стрелки. Если на карте видим, например, антициклон с отрогом, причем сам антициклон не обладает заметным передвижением, а отрог смещается вокруг него, то он непременно будет двигаться справа налево.

Однако, движения барических образований очень капризны. Скорость их не постоянная, она то усиливается, то ослабевает; циклон вдруг, как говорят, начинает окклюдироваться, т. е. выжиматься в верхние слои тропосферы, или, наоборот, где-либо в тылу его внезапно возникает антициклон. Предвидеть все это не всегда удается; поэтому далее трех суток „синоптики" (метеорологи, занимающиеся предсказаниями) не решаются их давать, да и то иногда ошибаются.

Еще труднее обстоит дело с предсказаниями или прогнозами долгосрочными. Тут существует целый ряд методов, из которых ни один не достиг еще совершенства, но все они покоятся на фактах длительности периодов хорошей погоды и ненастья.

Кто не знает, что если летом заладит дождь, так иной раз идет не только целыми днями подряд, а даже неделями; жара тоже стоит иногда так долго, что люди

начинают скучать по дождю. Зимой длинные периоды с жестокими морозами сменяются продолжительными

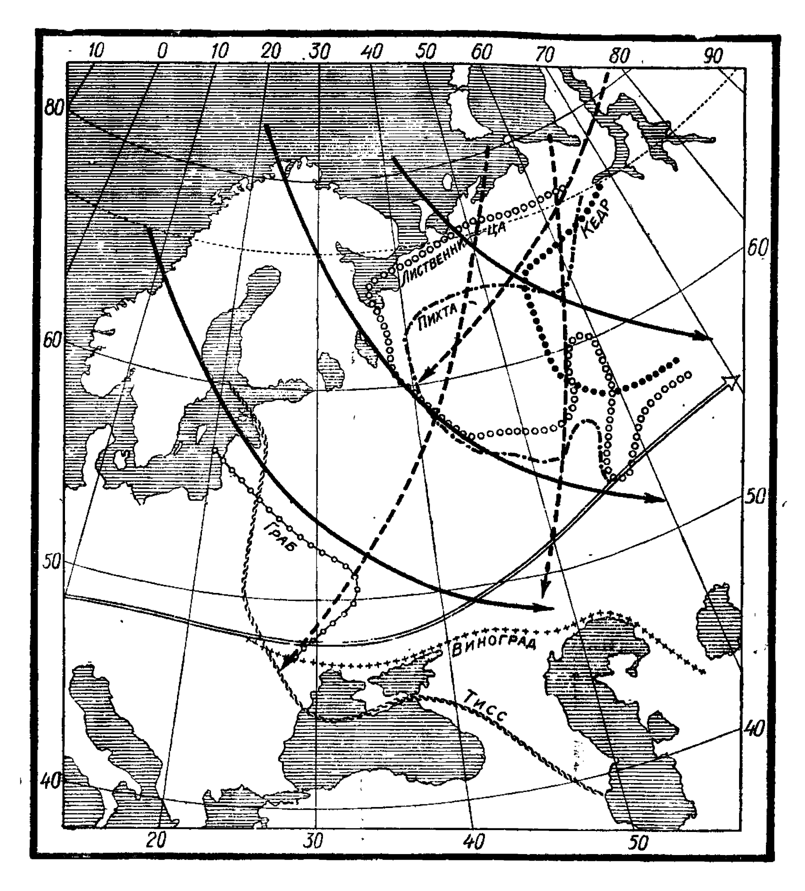


Рис. 91. Карта полярных (черные стрелки) и ультраполярных (пунктирные стрелки) потоков холодного воздуха и границ распространения растений (по Б. П. Мультановскому) Название полярных осей: левая — Скандинавская, средняя — Нордкапская и правая — Канинская. Ось, идущая поширотно (белая стрелка) — Азорская.

оттепелями. Постоянство этих периодов бывает иногда так упорно, что весь сезон характеризуется каким-либо определенным типом погоды: зимы — суровые и мягкие,

весны — сухие и тёплые или же сырые и холодные; лето — жаркое и дождливое; осень — сырая и дождливая или солнечная и сухая. Очевидно, смена погоды происходит в какой-то определенной закономерности, в виде волн холода и тепла, имеющих склонность повторяться через некоторые промежутки времени. Установить эту закономерность — задача всех предсказаний погоды на долгий срок, измеряемый неделями и целыми сезонами.

Изучение распределения барических образований, которые приносят нам все типы погоды, показало, что антициклоны в путях передвижения по Европе обладают известным постоянством: если в каком-либо сезоне некоторый путь преобладает, то по нему обычно они движутся очень долгое время. Этим-то и создается склонность для однотипной погоды подолгу удерживаться в известном сезоне. В секторе долгосрочных прогнозов в Ленинграде Б. П. Мультановский и его сотрудники изучили пути антициклонов за прежнее время по синоптическим картам и выяснили, что эти пути можно классифицировать. Преобладающими оказались пути (или „оси", как их называют) полярные и ультраполярные. Полярные веером расходятся от Гренландии и Исландии и, спускаясь через Феноскандию в Белое море, пересекают Восточную Европу с уклоном к юго-востоку и востоку. Ультраполярные оси, спускаясь от Карского моря, идут навстречу первым (рис. 91). Все антициклоны, следующие по этим осям, вращаясь слева направо, приносят к нам в восточной их части холода, в западной — тепло. Третья группа осей — азорская. По ним движутся антициклоны летнего типа, приносящие тепло главным образом в южной их половине, ослабевающее в северной, питающейся влиянием северных токов воздуха. Установить, какая из этих осей будет действовать в наступающей неделе или целом сезоне, и составляет задачу предсказаний такого типа.

Если удается это хорошо подметить, то подробности предстоящей погоды могут быть до известной степени предусмотрены как для тех мест, через которые эта ось будет пролегать, так и в сопредельных районах, в виду того, что циклоны рассматриваются как производные образования, и направление осей антициклонов определяет собою направление и характер в движении циклонов.

ПТИЧЬИ СИГНАЛЫ ПЕРЕЛОМА ПОГОДЫ

Ранней весною, как только ослабеют морозы и начнутся оттепели, в северо западной и средней части СССР появляются первые весенние гости — грачи; они считаются фенологами и синоптиками первым признаком наступившего перелома зимнего режима на весенний. Появляющиеся вслед за ними скворцы и жаворонки, с песней над проталинами нередко еще значительного снегового покрова, также сигнализируют начало весны. Если возьмем синоптические карты погоды за те дни, когда наблюдается наибольший прилет этих птиц, то можем заметить любопытное расположение точек их появления. Большинство их придется в передней части наступающего циклона, где юго-западные теплые ветры благоприятствуют продвижению к нам этих птиц из южной Евро́пы. Это сказывается не только на первых перелетных птицах, но и на последующих. Кукушка, например, появляется у нас и начинает куковать также с одним из следующих циклонов в той его части, где расположен теплый сектор воздуха.

Подобную же зависимость от направления ветров весеннего поступательного движения вальдшнепа обнаружил орнитолог Шенк. В своей работе он показал, что массовый пролет вальдшнепа в Венгрии происходит в день, когда синоптическая карта Европы дает для Венгрии наступление передней части циклона, с током

теплого воздуха. Таким образом ветер является могучим фактором, играющим большую роль в объяснении продвижения перелетных птиц на север весною с „попутным“ ветром южного течения.

Нередко птицы даже опережают движение циклонов и, появляясь впереди, могут стать предсказателями наступающей погоды. Так, например, Кайгородов подметил, что ласточки и в особенности стрижи „приносят“ с собою теплое течение. Как только над колокольнями и башнями разнесется пронзительный визг стрижей— характерный звук обычных пернатых обитателей наших городов, — нужно непременно ждать скорого наступления тепла, хотя бы и держалось еще ненастье и холод. За ними уже надвигается циклон, несущий с собою и тягу теплого воздуха. Впрочем, эти птицы могут появиться и в задней или, как говорят, „тыловой“ части антициклона, где также существует южное течение воздуха в противоположность передней части с холодной тягой воздуха. Не надо, однако, забывать того, что ближе к лету и особенно среди лета северные ветры в передней части антициклонов уже не бывают холодными. Хотя северный ток воздуха и приносится в большинстве случаев из приполярных стран, но, пройдя некоторое расстояние, он значительно прогревается и ощущается уже как теплое течение. Впрочем, и прилет птиц с наступлением лета прекращается. Последними у нас прилетают иволга, перепел, стриж и коростель.

Если весной мы имеем дело с неудержимым стремлением птиц передвигаться с юго-запада на северо-восток сообразно с ветрами, господствующими в передней части циклона или в задней антициклона, то с наступлением осени начинается обратная тяга птиц, и первыми сигналами приближения осени являются передвижки журавлей при северо-восточных ветрах. В общем, они

как бы не спешат с отлетом и неохотно расстаются с севером: снимутся вдруг с места на значительном пространстве почти в один и тот же день и затем два-три дня оседают где-нибудь южнее. Однако, тревога эта сплошь и рядом оказывается не напрасной. Смотришь,— через день после передвижки, а то и в тот же вечер температура вдруг сильно понижается, и иногда после теплого дня ночью ударит мороз и побьет огурцы или ботву картофеля. Сигналы журавлей в таком случае могут оказаться полезными.

Мы видим, что ветер играет очень большую роль в объяснении инстинктивного продвижения перелетных птиц на север весною — и обратно осенью. В первом случае птицы летят с попутным ветром южного течения в передней части циклона или задней антициклона, во втором оттесняются на юг северными ветрами в задней части циклона или передней антициклона.

„ЧУДЕСНОЕ" РАЗДЕЛЕНИЕ НЕВЫ

Один житель Шлиссельбурга обратился к Д. О. Святскому со следующим запросом: „Мне рассказывали, что лет 30 — 40 тому назад в Шлиссельбурге произошло небывалое событие. Сильный ветер разделил воду в месте слияния Ладожского озера с Невой так, что часа четыре жители Шлиссельбурга и деревни Шереметьевки бродили по дну озера и реки, собирая раковинки, старинные монеты, оружие, предметы домашней утвари и пр. Шлиссельбургская крепость представляла собою не остров, как обыкновенно, а возвышенное место в низменности. Водяные стены часа через четыре стали постепенно соединяться и вскоре приняли прежний вид. Могло ли быть в действительности что-либо подобное, и если да — то отчего это могло случиться?"

При работах над старинными рукописями Д. О. Святскому удалось в одной из них найти сообщение о подоб-

ном же событии, бывшем в XVI веке: „Явление во граде Орешке (так в до-петровской Руси назывался Шлиссельбург). 1594 года на Неве реке восста буря силна зело и воду раздели надвое и много время стояла и в те поры человек прошел между воды посуху и вси удивишася о сем чудеси“.

Конечно, нашим предкам в XVI века явление в Орешке казалось чудом, напоминавшим легендарное библейское

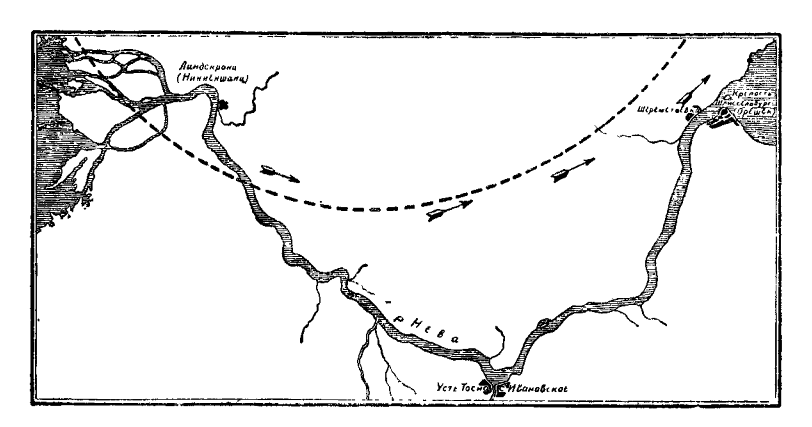


Рис. 92. Объяснение „чудесного разделения Невы“ у Шлиссельбурга прохождением циклона через Приневскую впадину. Направление ветра указано стрелками. В Ленинграде ветер загоняет морскую воду (наводнение), у Ладожского озера он сгоняет воду в озеро (отлив).

чудо перехода евреев посуху через Красное море и гибели конницы фараона. Но чудо разъяснится просто, если возьмем карту Приневской впадины и разберемся в условиях синоптической тяги ветров при прохождении здесь циклона с небольшим диаметром, приблизительно такого же размера, как расстояние от Финского залива до Ладожского озера (рис. 92). Такие небольшие циклоны обычно носят ураганный характер и представляют одно из ядер в общем многоядерном циклоне, какие обычно и вызывают наводнения в Ленинграде. На месте Ленинграда

в то время, по словам поэта, были лишь „ель, сосна да мох седой“; свидетелем грозного явления природы мог быть только „старый рыбарь бородатый“. Если южная часть воображаемого нами циклона приблизительно совпадет с изгибом течения реки Невы, то, очевидно, сбегающие по ней ветры западных румбов будут на месте нынешнего Ленинграда — в дельте Невы — западного, западо-юго-западного или западо-северо-западного направления, при которых обычно и бывает нагон морской воды, производящий наводнение в дельте Невы. В то же время у Орешка и деревни Шереметьевки, где Нева истекает из Ладожского озера почти с севера на юг, ветры юго-западного или юго-юго-западного направления будут угонять речную воду, преодолевая течение. Вследствие этого здесь, в истоках, образуется обратное явление, чем в дельте—отлив в озеро, часть же воды, уносимая течением, постепенно будет истекать к порогам. Явление будет продолжаться, очевидно, до тех пор, пока длится наводнение в дельте Невы — часа четыре, иногда и больше, по мере того как циклон пройдет эту местность и последует смена ветров.

ЧЕРЕМУХИНЫ ХОЛОДА И „ЛАДОЖСКИЕ КАРАВАНЫ“

„Черемухины“ холода, случающиеся часто в средней и северной части СССР, связаны с другим любопытным явлением — „Ладожскими караванами“, как в шутку называли прежде ледоход из Ладожского озера. В записках одного жителя Курской г., встречавшего весну 1841 г. в Петербурге, находим следующее любопытное описание: „После лютой, с перемежающейся оттепелью зимы наступила весна. Дни были ясные и теплые, снегу как не бывало. Петербургские щеголихи начали ходить в довольно легком платье“. Автор подумал: „должно быть климат здесь не хуже курского“. Однако к концу апреля (ст. ст.) последовала вдруг резкая перемена.

„Невыносимо стало холодно. Ветер от истока Невы потянул сильный, пронзительный.

— Это что за явление такое? — спрашиваю я.

А это скоро пожалуют к нам „Ладожские караваны“.

Первый караван показался с 1 на 2 мая ст. ст. Льдины чудовищной величины. У Невского монастыря вода поднялась. У жителей появилась „нервическая простудная горячка“ (так в старину называли, вероятно, грип). Все остановилось. Лист на деревьях свертывается. Свежесть травы пропадает. Куда ни ступишь, — всюду сырость и мокрота. Мокрота проникает и в жилые помещения во второй этаж. А о нижних и о подвалах говорить нечего. Там воды столько, что хоть на ялике поезжай“.

Вот какими мрачными красками описывает курянин неприветливую северную весну. Она настраивает его на минорный тон, тем более, что ему знакомы случаи проникновения „невских волн холода“ южнее — в пределы Владимирской и даже его Курской губ. Он думает, что это „зло“ проникает туда от „Ладожских караванов“, ледяное дыхание которых приносится северо-восточными ветрами, проникающими так далеко на юг потому, что значительно уничтожены леса на севере, а они-то служили преградой холодным ветрам. Поэтому автор призывает щадить леса.

Нельзя без улыбки читать теперь такие рецепты предохранения климата юга от северных холодов. Мощные потоки холода, зарождающиеся в лаборатории Полярного моря, несутся, конечно, высоко поверх лесов. Это не значит, что леса можно безнаказанно истреблять. Но мысль автора 40-х ходов прошлого века в основном правильна, — мы ведь и теперь говорим о холодном токе воздуха с севера в тылу циклона и в наступающей части антициклона. Только мы представляем себе этот ток исходящим не от „Ладожских караванов“, а из Полярного моря.

Впрочем, в широкой публике до сих пор держится заблуждение, будто майские холода в Ленинграде наступают вследствие ладожского ледохода. На самом же деле, ледоход — явление только сопутствующее. Возьмем опять карту Приневской впадины, но занятую антициклоном. Тогда поймем, что лед из Ладожского озера будет вгоняться в Неву при напоре северо-восточных ветров с холодной тягой воздуха. Тяга эта, конечно, простирается иногда далеко на юг, где известна под именем „черемухиных" холодов, потому что около этого времени обычно цветет черемуха.

Впрочем, эта полярная тяга иногда случается и значительно позже цветения черемухи и после того, как с Ладожского озера пройдут обычные „караваны". Так в 1848 г. 10 и 11 июня в Петербурге вода в кадках замерзла и все овощи в огородах погибли. В 1435 г. мороз побил рожь на поле в середине июня. В „Записках Желябужского" упоминается, что 20 мая ст. ст. 1704 г. ночью был такой большой мороз, что побил в заокских городах рожь по Севск, Брянск и Москву, следствием чего был большой голод.

КАК ПОГОДА НЕ ПУСКАЕТ В ЕВРОПУ СИБИРСКИЕ КЕДРЫ

Когда Б. П. Мультановский получил свою карту полярных и азорской осей, ему пришло в голову нанести на ту же карту границы распространения различных деревьев. Обнаружилась любопытная зависимость положения этих границ от направления полярных осей. Так, оказалось, что сибирские породы деревьев, пихта и лиственница, образующие в Сибири местами целые леса, в своих массовых местообитаниях граничат на запад как раз до Нордкапской оси; дальше за ней встречаются лишь отдельные группы этих деревьев. Очевидно, более западные условия с более частой теплой тягой ветров менее благоприятствуют поселению здесь пихт

и лиственниц, для которых родные сибирские холода дороже, и потому деревья эти предпочитают не переходить границы Нордкапской оси, восточная часть которой более обеспечивает для них сибирские климатические условия. Наоборот, тисс и в особенности граб держатся по западную сторону Скандинавской оси, где им благоприятствует теплая тяга, и не переходят к востоку от нее, где северные полярные ветры быстро погубили бы их. Это положение границ названных деревьев сложилось, конечно, веками, в процессе естественно-исторической борьбы лесных сообществ с неблагоприятными климатическими условиями. Конечно, временами, когда ослабевало влияние той или иной оси, отдельные группы деревьев проникали за запретную границу и пытались там акклиматизироваться; иногда им это даже удавалось, но вновь проявленная активность полярной оси беспощадно оттесняла натиск лесных сообществ назад за барический кордон.

Интересной оказалась граница кедра: она из Сибири не доходит даже и до Нордкапской оси. Б. П. Мультановский полагал связать ее с третьей из наметившихся у него полярных осей — Канинской, входящей на материк у мыса Канина. Однако, южнее эта граница кедра все же проступает за границу Канинской оси. Кедры были обнаружены также на Кольском полуострове и на Соловецких островах. Указывалось также и местонахождение кедра на реке Ваге, т. е. между положением Нордкапской и Канинской осей. Отсюда можно думать, что прежняя граница кедра была близка к границам пихты и лиственницы, по крайней мере в северной ее части. А затем кедр был постепенно вытеснен за Канинскую ось или от беспощадной руки человека, вооруженной топором, или, быть может, от ослабления активности Нордкапской оси; это не так сказалось на пихте и лиственнице, как на кедре, более нуждающемся в сибир-

ских холодах. Но так или иначе — обе оси не позволяют сибирским породам деревьев далеко проникнуть в Европу, подобно тому, как Скандинавская ось не пускает к нам тисс и грабы.

Азорская ось, идущая к нам от Азорских островов и проходящая по южной части Украины, холодная в северной своей части, точно так же не пускает к нам культуру винограда, граница которого приблизительно идет параллельно ей. Временами же, когда особенно ослаблена активность Скандинавской оси, культура винограда становится возможной не только, например, кое-где на Украине, но даже в западной части. На это указывают некоторые исторически известные случаи вызревания винограда в этих местах. Так, в в 1654 г. Павел Алеппский отмечает разведение винограда в Киеве. В 1809 г. в Пскове вызрел виноград на открытом воздухе и даже одно время конкурировал в продаже с привозным.

Но Азорская ось отграничивает собою также и предстепье от настоящей степи и по зимнему речному режиму разделяет реки на прочно переходящие под ледяной покров и реки с зимними паводками или только ледоходами. Самая граница леса и степи и доисторического ледника, повидимому, имеет свой вековой параллелизм с направлением Азорской оси, положение которой, вероятно, менялось, делаясь то более северным, то более южным.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ
ПОГОДА И КЛИМАТ В ПРОШЛОМ И БУДУЩЕМ
ПОГОДА В РУССКОЙ ПОЭЗИИ

Погода—особенно в крайних ее проявлениях—часто вдохновляла наших поэтов к творчеству. Так, в стихотворении Н. А. Некрасова „Крещенские морозы“ находим следующую характеристику морозной зимы в Петербурге:

„Разыгралися силы господни...
На пространстве пяти сажений
Насчитаешь наверно до сотни
Отмороженных щек и ушей.
Двадцать градусов.. Щеки и уши,
Не беда,—как-нибудь ототрем.
Целиком христианские души
Часто гибнут теперь...
　　Ежедневно газетная проза
　　Обличает проделки мороза;
　　Кучера его громко клянут,
　　У под'ездов господ поджидая;
　　Бедняки ему песню поют,
　　Зубом на зуб едва попадая...
Но мороз не щадит—прибавляется.
Приуныла столица: один
Самоед на Неве удивляется:
От каких чрезвычайных причин
На оленях никто не катается?
　　Там, где строй заготовленных льдин
　　Возвышается синею клеткою,
　　Ходит он со своей самоедкою,
　　Песни родины дальней поет;
　　Седока благодетеля ждет“...

Есть и у Пушкина характеристика суровой петербургской зимы:

„Люблю зимы твоей жестокой
Недвижный воздух и мороз,
Бег санок вдоль Невы широкой,
Девичьи лица ярче роз..."
(*Медный Всадник*)

Обе характеристики зимы старого Петербурга имеют историческое значение потому, что написаны под впечатлением суровых зим, которые далеко не всегда свойственны климату Ленинграда. Стихотворение Некрасова датировано 1865 г., Пушкина—1834 г. Справки по метеорологическим наблюдениям того времени показывают, что Некрасов разумел, повидимому, зимы 1861 и 1862 гг., когда в период крещенских праздников средняя суточная температура доходила до—29°. Стихотворение Пушкина датировано 1834 г. — конец периода холодных зим 1827 — 1834 гг. Но у Пушкина в „Евгении Онегине" есть характеристика мягкой и поздно наступившей зимы, датированная 1826 г.:

„В тот год осенняя погода
Стояла долго на дворе,
Зимы ждала-ждала природа,
Снег выпал только в январе,
На третье в ночь..."

В конце IV гл. „Евгения Онегина" стоит пометка: „3 января 1826 г." Пушкин жил в это время в Святых Горах, Псковской губ. Зима этого года в Петербурге не имела вовсе суровых дней и началась поздно.

Характеристика петербургского лета у Пушкина в том же „Евгении Онегине":

„Наше северное лето —
Карикатура южных зим"...

современному поколению до самого последнего времени казалась сильно преувеличенной, так как в течение пер-

вой четверти XX века никто здесь столь плохого лета не переживал. Но вот — в 1928 г. лето своими непрерывными дождями и холодами вполне оправдало кличку „южной зимы". В самом деле, средняя температура лета в Ленинграде 16,2°; наиболее теплым было лето 1757 г., со средней температурой 19,5°; наиболее же холодным — лето 1821 г., со средней температурой только 12,8°. В 1928 г. лето имело температуру 14,0°, тоже значительно ниже среднего, а дождя выпало исключительно много — 338 мм, против нормального количества — 196 мм. Поэтому лето 1928 г. и оправдало характеристику Пушкина. Датировка Пушкинского двустишия: 1825 г. Средняя же температура лета этого года была 14,3°, а температура предыдущего года даже 13,0°. Температуры предшествующих лет также были низки: 1822 г. 14,6° и 1821 г. 12,8°, как уже выше было сказано. Таким образом, Пушкин характеризовал петербургское лето под впечатлением целого ряда ненастных и холодных годов. Средняя температура одного июня 1928 г. в Ленинграде была 11,9°, а в 1821 г. 11,2. Если сопоставить с этим, что средняя температура января на острове Кипре в Средиземном море тоже 11,4°, то станет ясно, как точно оправдывается характеристика Пушкиным лета в Петербурге, как карикатуры южной зимы. Эта поэтическая характеристика имеет, несомненно, историческое значение.

Не меньший исторический смысл имеет характеристика петербургского лета у другого поэта — Ф. И. Тютчева:

„Какое лето, что за лето.
Да это просто колдовство;
И как, спрошу, далось нам это
Так ни с того, и ни с сего...
Гляжу тревожными глазами
На этот блеск, на этот свет:
Не издеваются ль над нами,
Откуда нам такой привет.. "

В этом стихотворении характерная нотка—удивление редкому случаю в Петербурге необычайного летнего тепла. В самом деле, с 1826 по 1882 г., т. е. более чем за полустолетие, лето 1854 г., было исключительным, средняя температура его была 17,6°. По сухости оно также было выдающимся, так как выпало только 81 мм осадков. Стихотворение датировано Ф. И. Тютчевым: „Август 1854 г.“. Однако, в нашем столетии был уже целый ряд таких прекрасных лет в Петербурге и Ленинграде— это 1901, 1917, 1920, 1927 и 1932 гг.

Поэтические характеристики времен года в отношении погоды настолько определенны, что в некоторых случаях при отсутствии даты или при спорности времени написания стихотворения можно пытаться произвести своего рода „метеорологическую экспертизу“. Так, при переиздании стихотворений М. Ю. Лермонтова редактор желал выяснить вопрос, когда была написана поэма „Сашка“, которую биографы Лермонтова относят либо к 1836, либо к 1839 гг. В виду упоминания в поэме задержки вскрытия Невы в Петербурге, редактор обратился к Д. О. Святскому с просьбой выяснить на основании этого вероятный год написания поэмы. В поэме есть строфа:

„Как сбросил бы я платье, если б вдруг
Из севера всевышний сделал юг,
Но нынче нас противное пугает:
Неаполь мерзнет, а Нева не тает...“

В последней строке характеризуется, несомненно, поздняя петербургская весна, отодвинутая затянувшейся зимой. Но в 1836 г. Нева вскрылась очень рано — 3 апреля по нов. ст., а в 1839, напротив, очень поздно — 2 мая. Таким образом, Нева помогает установить дату написания поэмы: поэма „Сашка“ написана в 1839 году, под впечатлением запоздавшей и холодной петербургской весны.

ЧТО ТАКОЕ КЛИМАТ?

Казалось бы, нет надобности разъяснять, что такое климат. Кто только не употребляет этого слова в разговорах, не сомневаясь, что он понятен собеседнику. Мы говорим:

„Климат у нас хороший. Тепло и солнечно“.

„У вас климат вредный для здоровья. Постоянно сыро да холодно“.

„За последнее время климат у нас что-то испортился“.

„Теперь у нас климат мягкий. Прежде были такие лютые морозы, каких сейчас и представить невозможно“.

Вот обычные суждения о климате. А между тем, в метеорологии, если взять любой учебник, можно прочитать: климат есть с р е д н е е состояние погоды. Мы уже знаем (стр. 55), как редко случается в природе с р е д н я я температура. Можно еще указать, например, что Д. Н. Кайгородов при характеристике петербургских весен за 1888—1920 гг. нашел, что из 33 весен только одна—весна 1914 г.—почти совпадала с арифметически выведенной „средней“ весной. Следовательно, зная только средние элементы погоды для данного места наблюдений, мы не будем еще иметь полного представления о климате этого места, а получим лишь цифровой материал, сравнивая который сможем судить об относительной разнице климатов разных мест.

Просматривая цифры, характеризующие климат данного места за ряд лет, мы увидим, что для одних пунктов они мало меняются; такой климат отличается устойчивостью, постоянством. Наоборот, для других пунктов ежегодные цифры будут иной раз сильно отличаться от средних, прыгать в ту и другую сторону, достигая иногда очень больших отклонений от средней. Наш климатолог А. И. Воейков, рассуждая о средней температуре петербургской зимы, писал (по поводу зимы 1871 г.): „Коле-

бания температур зим в Петербурге так значительны, что в иные годы они как бы переносят нас в климат наших южных пределов, в другие годы—в климат крайнего севера. Средняя температура зимы в Петербурге — 8°, тогда как в зиму 1870—71 г. она достигла — 14,6°. Такое отклонение от нормы соответствует перенесению в нашу столицу климата Новой Земли под 74° северной широты. Зима 1842—43 г. имела среднюю температуру только—1,5°, т. е. несколько теплее средней температуры зимы в Одессе".

Этот пример красноречиво убеждает нас в том, что одними средними величинами климата не определишь, хотя они и помогают уяснить его путем сравнения с другими климатами. Средняя температура не есть нормальная для данного места. Нормальной будет такая, какая наиболее часто случается в данном месте; конечно, она не очень далеко уклоняется от средней. Такие же резкие уклонения, как мы видели на приведенном примере, представляют собою аномальные уклонения—аномалии данного климата.

Таким образом, чтобы иметь полное представление о климате данного места, нужно знать его метеорологические элементы: средние, нормальные и аномальные, т. е. всю совокупность погод. Поэтому-то некоторые климатологи в последнее время стали определять понятие климата как „совокупность погод данного места".

ИЗМЕНЯЕТСЯ ЛИ НАШ КЛИМАТ?

„Год на год не приходится", — говорит русская пословица, которую очень часто любил повторять А. И. Воейков. Ею народная мудрость как бы резюмирует все сейчас сказанное об аномалиях погоды. Кому не известно, что весны бывают ранние и поздние, зимы — холодно-затяжные и мягко-короткие и т. п. Такие сдвиги сезонов или времен года с обычных своих календарных

сроков бывают иногда совершенно необычны, и тогда „старожилы“ в один голос утверждают, что таких суровых холодов или такого раннего тепла они не запомнят.

В Ленинграде на стене дома Центрального географического музея (Красная, 60), выходящей в тенистый сад со старыми каштановыми деревьями, прежним владельцем этого особняка, Бобринским, вделаны две мраморных дощечки с надписями: „Каштаны зацвели 26 апреля 1890 г.“ и „27 апреля 1906 г.“. Почему это сделано было только для двух указанных годов? Очевидно, потому, что ранние и теплые весны этих годов необыкновенно поразили Бобринского. Никто не помнил, чтобы когда-либо в конце апреля (ст. ст.) каштановые деревья уже цвели. По нов. ст. это 8 и 10 мая, а согласно наблюдениям ботаника Гердера, каштаны в Ботаническом саду в среднем зацветали 9 июня, вообще же между 27 мая и 20 июня нов. ст. Старожилам было чему удивляться и заговорить о потеплении петербургского климата, увековечив это золотой надписью на мраморных дощечках.

В 1920 и 1921 гг. также были две еще более ранние и теплые весны, когда каштаны тоже зацвели в середине мая нов. ст.

Однако, аномально-теплые весны в Петербурге бывали и в прежние времена. Так, П. Каратыгин в историческом романе „Дела давно минувших дней“ (эпоха 1818—1825 гг.), написанном, повидимому, по какой-то семейной хронике, говорит: „1822 г. принадлежит к числу весьма редких в жизни Петербурга благодатных годов в климатическом отношении. Явление небывалое до того времени и в течение 65 лет не повторявшееся (автор писал в 1888 г.): Нева вскрылась 6 марта (ст. ст.), а замерзла 13 декабря, навигация продолжалась более девяти месяцев. На Пасхе (2 апреля ст. ст.) мужчины ходили в летних костюмах, женщины в кисейных платьях. Подобная погода могла быть лишь в южной Франции“.

Действительно, весна 1822 г. была исключительной. Нева в этот год вскрылась 18 марта нов. ст. (среднее вскрытие — 20 апреля). Более раннего вскрытия не наблюдалось ни до того, ни позже. Весна и предшествовавшая ей зима были выдающимися по теплу.

Подводя итоги своих наблюдений над весенними явлениями в окрестностях Ленинграда—в Лесном, Д. Н. Кайгородов писал: „За последнее время петроградские весны склонны начинаться все раньше и раньше, так как на последнее десятилетие XIX стол. приходится всего лишь две преждевременных весны, на первое же десятилетие текущего века — пять, а на второе — шесть".

А. И. Воейков в статье, опубликованной еще в 1891 г., дает поверку сложившегося у обывателей Петербурга мнения, что на севере зимы стали менее суровы, чем раньше. Оказывается, мнение это небезосновательно. За сто с лишним лет зимы в Петербурге значительно потеплели. В конце XVIII века и в первой половине XIX число холодных дней зимою было почти то же, во второй же половине XIX века оно уменьшилось на 50%. Со времени исследования Воейкова прошло уже почти 40 лет, и процесс потепления наших зим, повидимому, продолжался до самого последнего времени.

Но вот в последние годы весны начали запаздывать, а зима 1928—29 г. впервые принесла суровые морозные дни, когда средняя суточная температура падала до—28,7°. Для современного молодого поколения все эти отрицательные аномалии ленинградского климата являются новостью, а между тем были времена значительно худшие.

Д. Н. Кайгородов вел свои наблюдения над весенними явлениями в природе в Лесном с 1880 по 1923 г. и вывел средние сроки фенологических явлений за эту эпоху. Но эти сроки расходятся на много дней со средними сроками зацветания растений в нашем Ботаническом саду по наблюдениям Ф. Гердера с 1856 по 1873 год.

Гердеровские сильно запаздывают против Кайгородовских. Сначала думали, что это объясняется разными условиями Лесного и Аптекарского острова. Но разница не могла бы превышать двух-трех дней. В действительности же расхождение достигало 7—12 дней. К счастью, Гердер вел наблюдения еще в начале 1880 годов, одновременно с Кайгородовскими, и сравнение этих двух рядов показало, что явления отмечались ими или одновременно, или же расходились не более двух-трех дней. Следовательно, разницу в средних сроках только и можно объяснить тем, что эпоха 70 годов была холоднее эпохи конца XIX и начала XX столетия.

Зимы 60-х и 70-х годов также отличались своей суровостью. Выше уже была приведена характеристика зимы 1871 г., данная А. И. Воейковым. В зимы 1868 и 1877 гг. наименьшая средняя суточная температура достигала —35,4°. Вскрытие Невы весною сильно запаздывало и случалось даже в начале мая нов. ст. (в 1867, 1873, 1875 гг.).

Повидимому, суровые зимы и весенние холода 70-х годов нашли свое отражение в творчестве А. Н. Островского, так как в это именно время им была написана „Снегурочка" (1873 г.), на основе русского сказочного эпоса, послужившая потом Н. А. Римскому-Корсакову текстом для его дивной оперы того же названия, во 2-м действии которой Берендей поет:

„Благополучие — велико слово;
Не вижу я его давно в народе,
Пятнадцать лет не вижу. Наше лето
Короткое, год от году короче
Становится, а весны холодней, —
Сердит на нас Ярило..."

Замечательна также ария Мороза в прологе, да и вообще весь сюжет этой народной сказки пронизан идеей борьбы зимы и лета, и главная героиня „Де-

вушка-Снегурочка“, прелестная, но холодная, выступает как дочь Мороза и Весны, попавшая в людскую среду.

Еще большей суровостью для старого Петербурга отличалась эпоха первых двух десятилетий XIX века, когда словно повеяло настоящим дыханием ледникового периода. Здесь имеем целую полосу суровых зим 1809, 1813, 1814, 1818 и 1820 гг. Наибольшей суровостью отличалась зима 1809 г., известная в истории войны России со Швецией. Она была очень благоприятна для русских войск, дав им возможность перейти в Швецию двумя путями по льду Балтийского моря, — в узкой части Ботнического залива—и через Аландские острова к Стокгольму. Лед здесь оказался настолько крепок, что выдерживал перевоз пушек (рис. 105). По исследованию Воейкова, в эту зиму можно насчитать до 30 суровых дней; суровыми он считает такие, когда средняя суточная температура бывает ниже — 20°. А в зиму 1929 г. таких дней было насчитано только семь, в зиму 1933 года только пять.

Весны 1807 — 1810 гг. также отличались холодами и были очень затяжными. Весна 1810 г. в этом отношении может быть названа рекордной. Нева вскрылась необычайно поздно — 12 мая. Газета „Северная Почта“ отмечает 20 мая, ст. ст., 1810 г.: „Настала было весна, но идущий по Неве лед с Ладожского озера и северные ветры не перестают еще нам напоминать о зиме“. 31 мая ст. ст. она писала: „Весенняя погода, кажется, берет здесь верх над зимнею, и не взирая на холодные ветры деревья начинают распускаться. Удивительное дело для последних дней месяца Маия“. А, ведь, по новому стилю это было уже 12 июня! В Петрозаводске же лед на Онежском озере тронулся только 18 (30) мая, и залив начал очищаться от льда 22 мая ст. ст.; при этом зелень едва усматривалась на земле, на деревьях же замечался только налив почек. В Балтийском порте два

корабля, пришедшие с грузом из Америки, не могли 10 мая нов. ст. пробраться через Финский залив, еще покрытый льдом (рис. 105).

В течение суровых и снежных зим накоплялось много снега. Холодные и поздние весны несли за собою сильные и высокие половодья, вызывая этим настоящие катастрофы. Так, в 1818 г., отличавшемся для некоторых рек севера и Озерной области очень поздним вскрытием (Волхов—6 мая, Кюро в Финляндии—12 мая, Сев. Двина у Архангельска—23 мая нов. ст.), воды озера Суванто, соединенного протоком с рекой Вуоксой, 28 мая внезапно прорвали перешеек между озером Суванто и Ладожским у Тайпале и соединились с ним. А так как уровень Суванто понизился при этом на 7 м, то Вуокса, впадавшая раньше в Ладожское озеро только у Кексгольма, хлынула, образовав новый водопад Кивиниеми, и стала впадать вторым рукавом у Тайпале.

Изменение климата обнаруживают и явления в бассейне р. Волхова за период в 140 лет. Эпоха 1881—1920 гг. дает для моментов первых подвижек льда Волхова сроки, на 3—5 дней более ранние, чем период 1859—1878 г. Далее оказалось, что, когда в годы ранних вскрытий в период 1881—1920 гг. весь Волхов был уже совершенно чист от льда,—в период 1783—1830 гг. был еще прочный ледостав и самое раннее движение льда не случалось скорее, чем через 13—18 дней после этого. В общем, в конце XIX и начале XX века весенние явления в районе р. Волхова наступали гораздо раньше, чем в первые три четверти XIX и в конце XVIII века; очевидно, рассмотренные эпохи относятся к различным климатическим периодам.

Период начала XIX века отличался пониженными температурами, а также аномально-поздним вскрытием и аномально-ранним замерзанием рек северной России Наш климатолог Л. С. Берг, рассматривая средние го-

довые температуры Ленинграда, Казани и Свердловска, также отмечает, что начиная с XIX века, когда они были сильно понижены, заметно возрастающее их повышение.

„Повидимому,—говорит он,—это явление следует приписать разрастанию больших городов, так как за 120 лет средняя температура Ленинграда повысилась на 1,5°. Известно, ведь, что в крупных городах средняя температура лета и зимы повышена по сравнению с окружающими местами. Так, средняя годовая температура Москвы, Берлина и Вены на 0,5° выше температуры их окрестностей". Однако, только этим невозможно объяснить такие резкие колебания, которые мы рассмотрели выше. Сорокаградусные морозы к началу XX века исчезли, конечно, не только в крупных городах, но и в их окрестностях. Ледоставы рек—явление, на которое действуют не одни городские температуры, но и многие другие факторы, а сроки их тоже соответственно меняются. Следовательно, надо искать более глубоких и общих причин изменения нашего климата.

НАБЛЮДЕНИЕ ПОГОДЫ В ДРЕВНЕЙ РУСИ

Под службой погоды разумеется государственная организация, которая регулярно производит метеорологические наблюдения и собирает их от станций, состоящих в ведении центрального учреждения. В СССР такая служба погоды сосредоточена в Главной геофизической обсерватории в Ленинграде, начавшей функционировать с 1839 г. До этого времени наблюдения производились в обсерватории Горного корпуса, впервые же в России они начались при Академии наук в 1725 г.

Читатель, вероятно, с изумлением спросит: о каких же регулярных наблюдениях в древней до-петровской Руси может итти речь, когда и инструментов-то метеорологических не существовало? Однако, такие наблюдения погоды у нас существовали, как оказывается, еще

в эпоху Алексея Михайловича. Этот царь, как известно, был страстным охотником, а охотники всегда бывают заинтересованы в погоде. В дошедшей до нас грамоте царя своему стольнику и ловчему А. И. Матюшкину (1650 г.) сказано: „Как к тебе ся наша грамота придет, и ты б записывал, в который день и которого числа дождь будет, да отписать бы тебе о птицах, как их носят и как они летят и что на Москве у вас делается“. Здесь наряду с заботами о ловчих птицах видим предписание записывать, „когда будет дождь“. Правда, хотя это и неопределенная односторонняя формулировка, но все же она может быть истолкована, как приказание об учреждении ежедневного наблюдения и записи погоды. Очевидно, Матюшкин должен был как-то исполнить царский указ. Вероятно им был отдан приказ дворцовой страже, назначаемой на караул, следить за погодой и в конце дежурства давать в этом отчет. До нас дошли отрывки „дневальных записей Приказа тайных дел“, содержащие ежедневные сведения о том, где бывал и что делал царь, что делалось во дворце и на Москве. Среди этих записей всегда приводятся сведения о погоде наряду с указанием, кто был назначен в данный день на караул. Таким образом, мы в праве утверждать, что во второй половине XVII века в Москве существовала уже регулярная служба погоды: первыми нашими метеорологами-наблюдателями были караульные стрельцы с алебардами на стенах московского Кремля, а учреждением с функциями метеорологической обсерватории был Приказ тайных дел. Последнее, впрочем, не должно нас удивлять, так как в то время даже аптечное дело ведал тот же Приказ.

Дневальные записи Приказа тайных дел дошли до нас за ряд лет, с 1657 по 1673, но с большими перерывами. Вот образцы записей метеорологических наблюдений:

1657 г. 30 генваря, пяток. День до обеда холоден и ведрен, а после обеда оттепелен, а в ночи было ветрено.

4 февраля, среда. День был тепел и ведрен, и за полчаса до ночи пошел снег и шел до пятого часу ночи, а в нощи было тепло же.

26 февраля, четверг. Было во дни тепло и с кровел снег таял, а в полдни шел снег мокрой, а в нощи было холодно.

2 марта. Было ведрено во дни, а в нощи был мороз непомерно лют.

1 маия, пяток. В тот день было тепло и ведрено и красно, а в ночи были росы холодные.

Маия 31, неделя. Гром гремел, и молния блистала, и шел дождь велик, и после того и до вечера было ведрено и ветрено, а в ночи было тепло.

1662 г. Апреля 9, среда. Снег выпал на поларшина.

1666 г. Июля 9, понедельник. С утра была мгла великая, а в полдни дождь небольшой.

Как видим, наблюдения охватывали почти все метеорологические элементы. Степень мороза различалась характеристиками: „мороз, морозец, мороз невелик, великий мороз, мороз непомерно лют". Тут и ветры и бури, мятелицы и грозы; виды осадков не только указывались (снег, изморозь, дождь, роса), но определялось время их наступления, указывалась иногда даже толщина снегового покрова. Наряду с метеорологическими наблюдениями велись и гидрологические. Так, к 1660 г. относятся записи:

Марта 29, четверг. В десятом часу ходил великий государь в Набережные хоромы смотреть Москвы-реки. а Москва-река ниже Живого мосту прошла".

Марта 30, пяток. А в Москве-реке воды прибыло 11 вершков.

Марта 31, суббота. А в те сутки в Москве-реке воды прибыло аршин пять вершков...

И т. д. день за днем сообщается ход всего половодья—прибыль и убыль воды. Правда, не зная положения нуля той рейки, по которой велись измерения, мы не можем привести указанные высоты к современным,

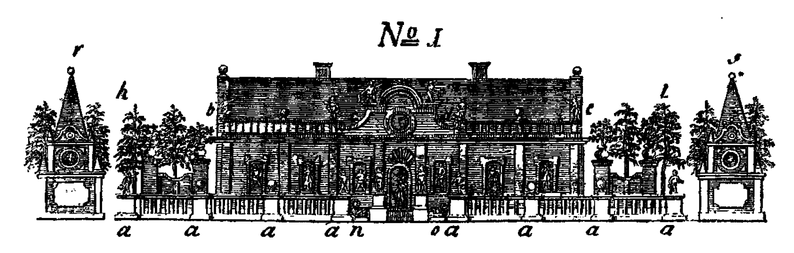
но судить о величине и характере половодья по таким записям возможно. О наступлении же дня вскрытия Москвы-реки мы получаем точное указание—29 марта по старому стилю (а по новому—8 апреля). Из современных наблюдений мы знаем, что река Москва в среднем вскрывается 12 апреля нов. ст. Следовательно, в 1660 г. вскрытие ее произошло на четыре дня раньше многолетнего среднего срока. Суммируя все такого рода записи за ближайшие годы по дошедшим до нас документам Приказа тайных дел, мы видим, что вообще в шестидесятых годах XVII столетия Москва-река имела тенденцию вскрываться на неделю раньше многолетнего среднего срока—именно 5 апреля; это указывает на мягкость климата того времени и говорит о раннем наступлении весен. То же потверждается и проверкой на данных вскрытия Западной Двины, которые сохранились до нас с XVI века. Выводя среднее из наблюдений над вскрытием этой реки за 50-е и 60 е годы, получаем 22 марта нов. ст., тогда как многолетнее среднее—30 марта. Следовательно, и здесь обнаруживается предварение вскрытий на целых восемь суток.

Метеорологические наблюдения подтверждают сказанное. Судя по совокупности записей, видим, что годы 1660, 1662, 1663, 1666, 1667, 1668 и 1673 не имели суровых зим. Приходится пожалеть, что записи не сохранились целиком за все годы. Тогда бы мы располагали ценнейшим материалом для характеристики нашего климата всей второй половины XVII века.

ЛЕДЯНОЙ ДВОРЕЦ

В декабре 1739 г. жители Петербурга были удивлены необыкновенным событием. На Неве, между Адмиралтейством и Зимним дворцом, по капризу царицы Анны Иоанновны „маскарадная комиссия" приступила к постройке ледяного сооружения. Дом был выстроен исклю-

чительно из плит чистого льда, положенных одна на другую и политых для связи водою. Он имел размеры 8×2½ сажени и 3 сажени высоты (рис. 93). Возле дома стояли ледяные пушки, из которых стреляли ледяными



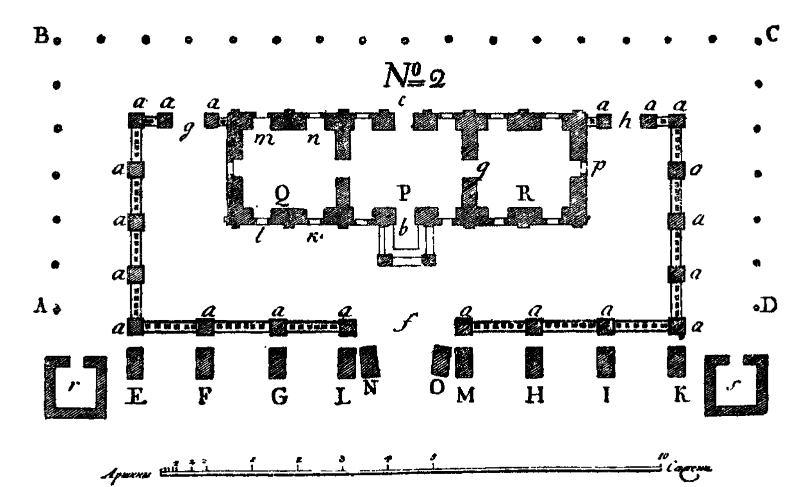


Рис. 93. Фасад (№ 1) и план (№ 2) ледяного дома 1739—40 г. в Петербурге (гравюра из книги акад. Крафта).

ядрами; два ледяных дельфина извергали горящую нефть; ледяной слон кричал голосом спрятанного внутрь человека и извергал днем струю воды по специально проложенному внутрь его фонтану, а ночью—горящую нефть. Возле дома были сделаны в ледяной пирамиде часы, стрелка которых двигалась сидящим внутри человеком.

Фронтон дома и кровля были украшены ледяными статуями; внутри вся отделка и убранство были из чистого льда; в камине горели ледяные дрова, политые нефтью, в спальне были приготовлены изо льда постель, одеяло, халаты, колпак, чепец, туфли. Дом был выстроен к новому году (12 января 1740 г.), и в нем 23 февраля была отпразднована свадьба придворного с одной из фрейлин. Как бы ни была дика эта дорогая затея, факт сооружения ледяного дома, простоявшего на Неве до конца марта нов. ст., интересен тем, что говорит о жестоких морозах и безоттепельной зиме этого года. Академик Крафт оставил подробное описание ледяного дома в книге, вышедшей на русском, немецком и французском языках: „Подлинное и обстоятельное описание построенного в С.-Петербурге в 1740 г. ледяного дома и о бывшей во всей Эвропе жестокой стуже, сочиненное для охотников до натуральной науки". В этой книге Крафт, кроме описания самого дома, сообщает много подробностей о зиме этого года.

В течение зимы Крафт насчитывает 91 день с сильным морозом. Самую низкую температуру он определяет 6 февраля нов. ст., когда термометр опустился до 45,5° Цельсия. Повидимому, никогда раньше столь низкой температуры в Ленинграде не наблюдалось. Зима 1739—40 г. отличалась своей стужей по всей России и Европе. На юге России повымерзли не только фруктовые деревья, но в лесах посохли и раскололись многие дубы, клены и березы. В Галиции померзло много людей и скота.

Необычайная суровость зимы произвела переполох среди наших академиков. Они производили различные опыты в Академии наук: выставляли на мороз „свинцом залитый с водою фузейный ствол", который треснул и дал скважину $1^1/_2$ дюйма; выставляли также сосуды с водою, вином и пивом и определяли, через какой срок

замерзала каждая жидкость. Крафт много размышлял над причиною жестоких холодов. Тогда не имели понятия о циклонах и антициклонах, о потоках воздуха полярного происхождения, с которыми обычно приносятся к нам холода. Опыты же измерения температуры смеси льда с солью и селитрой, повидимому, натолкнули Крафта высказать кажущуюся нам теперь смешной мысль о том, что в воздухе набралось много селитряных паров, принесенных к нам восточным ветром из Великой Тартарии. Паров селитряных, конечно, не было, но мысль о восточном ветре из Тартарии—Сибири—имеет разумное основание, так как в стуже зимы 1740 г. мог большую роль играть сибирский антициклон.

Крафт задается в своей книге и другим вопросом: „Без сомнения бы то несказанную пользу учинило, ежели бы такие жестокие зимы, каковы были в 1709 и 1740 году заранее предвидеть, и тот год, в который она опять будет, наперед объявить можно было. Хотя сие трудно, однакож могло бы оное служить к некоторым догадкам, ежели бы все зимы, в которые случилась жестокая стужа, в историях записанные, замечать и смотреть, не по порядку ли какому, который бы узнать было можно, одна за другою последуют". Делая далее выборки сведений из разных исторических источников о суровых зимах, Крафт высказывает предположение о возможной периодической повторяемости суровых зим через 33—35 лет.

МОРСКОЙ ПОТОП

7 (19) ноября 1824 г. „над омраченным Петроградом" разразилась ужасная катастрофа: город на значительном пространстве был залит морем; под его бушующими волнами улицы превратились в каналы, в которых потонуло не мало людей и животных, а буря причинила не мало разрушений. Высота воды на улицах в некоторых местах

превышала рост человеческий, возвысившись над обычным уровнем Невы на 13 футов 7 дюймов. До такой высоты ни раньше, ни позже наводнение здесь не доходило. Только подъем воды 23 сентября 1924 г. (рис. 94 и 95) был близок к этому (12 футов 2 дюйма), и в своих деталях это недавнее наводнение очень напоминало грозную катастрофу 1824 г., которая, по словам П. Каратыгина („Дела давно минувших дней"), в народе надолго получила название „потопа".

С точки зрения синоптической метеорологии, как мы видели выше, наводнение в Ленинграде объясняется наступлением многоядерного, чаще всего двухъядерного циклона, у которого ведущее — главное — ядро проходит севернее по Финляндии, а южное, с очень малым диаметром, — вблизи города. Последнее ядро обычно имеет ураганный характер, и потому-то сила господствующих в нем ветров бывает необычна. Наступая с запада и проходя севернее города, этот циклон юго-западными и западными ветрами нагоняет в дельту Невы массу морской воды, которая и производит наводнение. Раньше думали, что напор морских волн только преграждает течение Невы и что наводнение производится обратным течением самой Невы. Это представление сохранилось еще у А. С. Пушкина в его описании наводнения 1824 года в „Медном Всаднике":

„Но силой ветра от залива
Перегражденная Нева
Обратно шла гневна, бурлива
И затопляла острова;
Погода пуще свирепела;
Нева вздувалась и ревела,
Котлом клокоча и клубясь,
И вдруг, как зверь остервенясь,
На город кинулась..."

Однако, после недавнего наводнения 1924 г. с несомненностью установлено, что главный эффект вызывается

именно морской водой. Удалось даже получить пробы наводненческой воды, оказавшейся соленой.

Границы больших наводнений (1824 и 1924 гг.) почти в точности совпадают с границами Древне-Балтийского моря, как бы восстанавливая на несколько часов его уровень. Есть указания, хотя и не вполне определенные, что в 1300 и 1696 гг. в устье Невы были столь сильные наводнения, что вода доходила до шведской крепости Ландскроны (1300) и Ниеншанца (1696), стоявших в устье реки Охты. В случае такого наводнения, как показывает геологическая карта Приневской впадины, весь Ленинград с обеими Охтами и весь южный берег Невы до Черной речки у с. Александровского могли бы оказаться под водою; но она не могла бы доходить не только до Дудергофа, как некоторые думали, но даже до Сосновки и Политехнического института: для этого потребовалась бы высота в 25 футов, и тогда вода вошла бы в Ладожское озеро.



Рис. 94. Шашки мостовой, всплывшие на улицах Ленинграда во время наводнения.

Первое наводнение старого Петербурга произошло в год основания города — 1703. Оно, однако, не смутило Петра, как и наводнение 1706 г. — первое, высота которого достоверно известна. Он сам записал об этом наводнении: „У меня в хоромах вода была сверху полу 21 дюйм, а по городу и на другой стороне в лодках ездили. И зело было утешно смотреть, что люди по кровлям и по деревьям, будто во время потопа, сидели,

не токмо мужики, но и бабы". Впоследствии высота пола сохранившегося до нашего времени домика Петра была пронивеллирована, и таким образом найдена высота наводнения 1706 г. — 8 фут. 10 дюйм. В наводнение 1924 г. вода залила этот домик Петра почти целиком — стоявший там ботик Петра плавал.

Следующее замечательное наводнение произошло в ноябре 1721 г. при страшной буре, продолжавшейся девять дней. Хотя вода поднялась лишь до 7 ф. 4 д., наводнение произвело громадные разрушения в строящейся крепости. Но Петр не унывал и „во время той высокой воды и шторма, выехав на буере от Зимнего дворца на луг, окружающий Адмиралтейство, изволил тешиться лавированием". Бедственным было наводнение в ноябре 1723 г., когда напором воды взломало лед на Неве и разнесло его по всему городу. То же произошло и раньше, в зиму 1710—11 года и явилось причиной необычайно позднего вторичного замерзания Невы 8 января 1711 года (везде нов. ст.). К обычным бедствиям наводнения в этих случаях присоединяется новое — постройки разбиваются разбрасываемыми льдинами. Но ледяной покров Невы зимою, если он достаточно крепок, не допускает высокого поднятия воды.

Из значительных наводнений надо отметить подъем воды 20 сентября 1777 г., которое заставило правительство принять ряд мер. Была введена сигнализация выстрелами, колокольным звоном, барабанным боем; на Неве было устроено дежурство лодок; было запрещено строить входы новых домов ниже самой высокой воды. Последняя мера, пожалуй, самая действительная, продиктованная еще Петром, оставалась, однако, больше на бумаге; если бы она соблюдалась, то, конечно, не было бы такого количества залитых водою подвалов и нижних этажей в наводнение 1924 г.

После наводнения 1777 г. известия о них исчезают из истории старого Петербурга. За все время до знаменитого наводнения 1824 г. (рис. 96) известно только семь таких случаев, именно — дважды в 1788 г., затем в 1792, 1797, 1801, 1802 и 1822 г., когда вода доходила до 8 ф. 5 д.



Рис. 95. Двор дома Научного института Лесгафта в Ленинграде (ул. Союза печатников, 25), залитый наводнением 23 сентября 1924 г.

Вслед за этим произошло самое высокое наводнение 19 ноября 1824 г. Бедствие разразилось еще с вечера, когда начало заливать гавань; шторм не унимался всю ночь, и с 10 час. утра 19 ноября наводнение распространилось на значительную часть города. Невский проспект превратился в клокочущую реку до Аничкова моста. Память об этом наводнении, как и о наводнении 1924 г. сохранили нам дощечки на некоторых домах с отметками высоты уровня. По этим памятным дощечкам можно судить о высоте подъема воды на разных улицах. Метки

других старых наводнений сохранились в Невских воротах Петропавловской крепости. Здесь, под сводами, с правой стороны при выходе через них к Неве виден белый камень, вделанный в стену, на котором высечены две линии, — верхняя красная и нижняя зеленая, — указывающие высоты наводнений 1777 и 1752 гг. Ниже, у самой поверхности земли на сером камне сохранилась

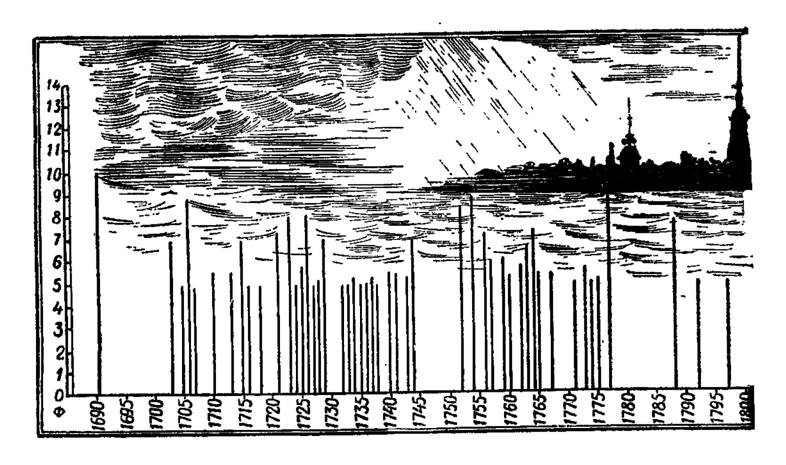


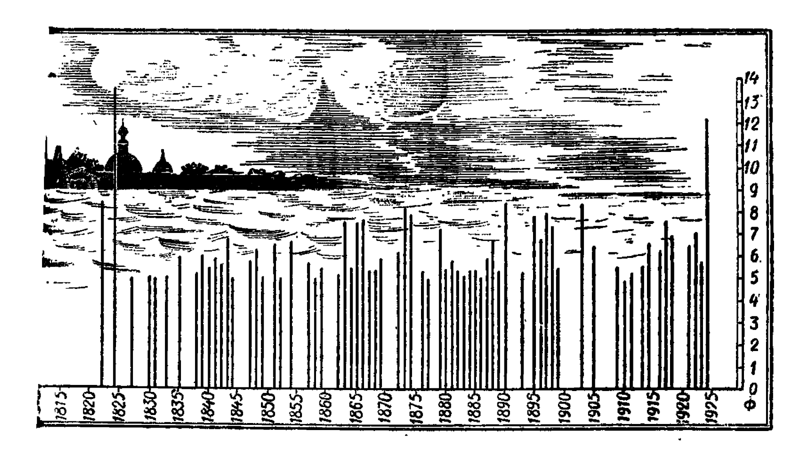
Рис. 96. Составленная Д. О. Святским диаграмма всех наводнев 1824 г.—проектируется на силуэт Петропавловскгй крепости. В п

вырезанная прихотливой вязью надпись, указывающая высоту наводнения 1788 г. Выше всех этих меток до последнего времени сохранялась медная дощечка (ныне похищенная), указывавшая высоту наводнения 1824 г., и современная метка недавнего наводнения 1924 г.

Убытки от наводнения 1824 г. были колоссальны, если по данным тогдашней официальной статистики: снесено 324 дома, повреждено 3257 строений, погибло 569 человек, заболело свыше 4000 чел., скота погибло 3600 голов.

После катастрофы 1824 г. наводнение стало характерной особенностью ленинградского климата, повторяющейся почти ежегодно, хотя и не в столь значительных

размерах. В 1873 г. в ночь на 15 октября было наводнение, которое по высоте воды можно поставить на четвертое место после наводнения 1777 г.—вода поднялась почти до 10 ф. Некоторые годы были особенно богаты наводнениями: в 1874 г. было 13 наводнений, в 1879—4, в 1890—5 (одно очень высокое—28 августа—до 8 ф. 6 д.). Предпоследнее высокое наводнение было



Ленинграде и старом Петербурге с 1690 по 1925 г. Самое высокое—ежутке между 1777 и 1824 заметно сильное сокращение наводнений.

25 ноября 1903 г., когда высота воды равнялась 8 ф. 5 д. Оно также натворило немало бед.

Подъем воды считается наводнением, когда уровень Невы превышает 5 ф. и вода начинает выходить из берегов каналов, на низких местах. Если все известные с 1703 г. случаи наводнений (328) распределить по месяцам года, то самыми опасными месяцами оказываются октябрь и ноябрь, в частности промежуток времени с 15 по 20 ноября, когда случилось 14 наводнений. Весна и лето более безопасны в этом отношении.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
17	6	6	2	6	9	4	25	52	71	87	43

История наводнений в устье Невы показывает, что это явление стало обычным для климата Ленинграда лишь с 20-х годов прошлого столетия. Но нельзя сказать того же относительно интервала 1744 — 1752 гг. и в особенности о промежутке между двумя великими наводнениями 1777 и 1824 гг. На это обстоятельство метеорологи уже давно обращали внимание и объясняли его тем, что в эти промежутки не было тщательных наблюдений. Другие все сваливали на цензурные строгости того времени. Однако, поразительное сокращение числа наводнений в ту эпоху объяснить только этим одним невозможно. В книгах того времени, вроде „Географического Словаря“ 1805 г., прямо говорится, что „наводнения ныне случаются не столь часто, как в прежние времена“, причем это объясняется искусственным поднятием почвы города, благодаря ремонтам мостовых и всяких застроек. А в книге „Медико-Топографическое описание С.-Петербурга“ Аттенгофера (1820) находим следующие замечания: „В прежние времена столица сия была довольно часто подвержена наводнениям“ и „бури причиняют опасные наводнения, что теперь благодаря богу и мудрому правительству весьма редко случается“.

Факт уменьшения наводнений в эпоху, критическую для старого Петербурга в климатическом отношении, не подлежит сомнению. Объясняется же он очень просто. Осени этого периода были холодные, короткие, зима вступала в свои права рано, и Нева рано одевалась льдом. Следовательно, в этот период осенью преобладала погода антициклонального характера, и вероятность наводнений уменьшалась до минимума; между тем в предшествующее время при теплых осенях, как и в последующие, наводнения являются почти ежегодным событием, характерным для ленинградской осени, поскольку преобладает погода циклонального характера. Таким образом, уменьшение наводнений за указанный период является лишним штри-

хом, подчеркивающим отрицательную аномалию климата этой эпохи.

Борьба с наводнениями велась в старое время путем прорытия каналов и крепления берегов. Так возник

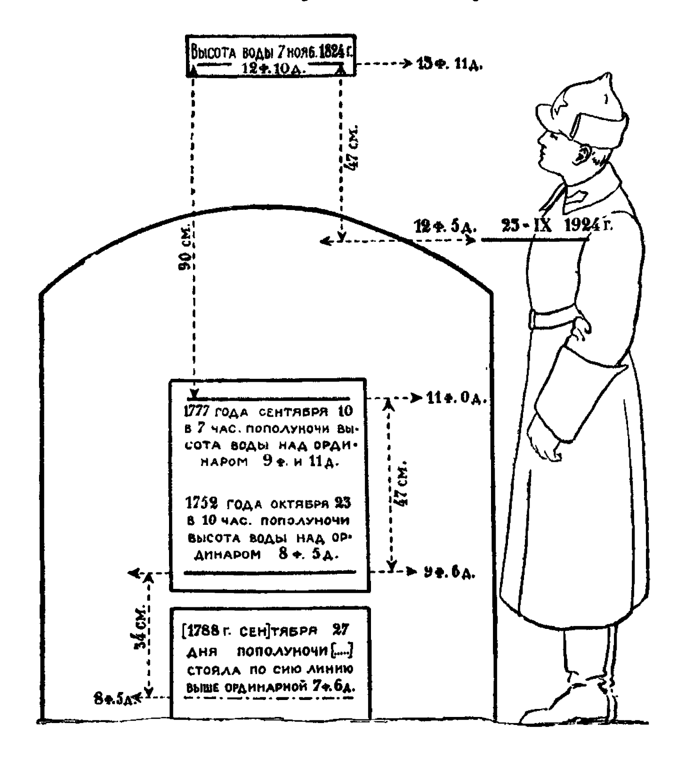


Рис. 97. Метки невских наводнений в Петропавловской крепости. Фигура красноармейца указывает высоту среднего роста человека.

Екатерининский, ныне имени Грибоедова канал (после наводнения 1777) и Обводный (после наводнения 1824 г.). Однако, скоро убедились, что этим помочь нельзя. Вода, по законам физики, стояла „в сообщающихся сосудах“ на одном уровне. Крепления же берегов уменьшали бедствие только частично. И хотя А. С. Пушкин в своем

„Медном Всаднике“ влагает в уста императора Александра I полные отчаяния слова: „С божией стихией царям не совладать“, все же начинают возникать проекты защиты города устройством дамб, но все эти проекты оставались только на бумаге, и только при советской власти дело стало на реальную почву. Сооружение такой дамбы теперь уже не мечта, а осуществляющаяся действительность. В комиссии по борьбе с наводнениями Института коммунального строительства и хозяйства не только разработан такой проект на основах достижений современной техники, но и начаты уже изыскательские работы. Проектируется сооружение двух дамб. От Кронштадта до Лисьего Носа к северу и до Ораниенбаума к югу будет поставлена высокая стена, длиною 22 км. Когда ветер погонит воду к городу, гигантские ворота в каменных и железобетонных дамбах, высотой в 7 м над уровнем моря, будут перекрываться как разводные мосты на Неве. В остальное время ворота будут открыты для прохода судов. По северному фарватеру для прохода судов будет вырыт новый морской канал. Он будет частью существующего канала и соединится с дамбой от Лисьего Носа к Кронштадту. Около Кронштадта будет сооружен порт-убежище, в котором суда будут находить себе приют во время наводнений. Помимо защиты Ленинграда от наводнений дамбы дадут много удобств населению — на их вершине будет проложена двухколейная железная дорога, откроется сквозное сообщение Ленинград — Ораниенбаум—Кронштадт—Лисий Нос. Вся затопляемая теперь местность на расстоянии 16 км от города осушится. Она будет обнесена большим земляным валом. Теперешние болота и неудобные земли превратятся в зеленые парки, цветущие поля и сады. То, что казалось невозможным, с чем цари не могли помышлять „совладать“, рукою человека, чуждого предрассудков и вооруженного современными знаниями, будет

остановлено, и это будет еще один выразительный пример покорения слепой стихии современной наукой и техникой.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ДОЖДЕМЕРЫ

„Озеро является дождемером и испарителем огромных размеров“, сказал наш знаменитый климатолог А. И. Воейков. Озера, в особенности с большим резервуаром, колебаниями своего уровня должны давать картину климатических изменений всей области, в конечном же счете, быть может, всего земного шара.

Из русских озер длинным рядом наблюдений может похвалиться Ладожское. Наблюдения там ведутся монахами Валаамского монастыря с 1859 г. благодаря почину нашего гидрографа А. П. Андреева, научившего монахов установить у озера постоянный футшток для измерений. С тех пор, за 68 лет наблюдений, накопился интересный материал (рис. 98), показывающий, что наиболее низкий уровень озера наблюдался в 1859, 1876—77, 1882—83, 1887, 1892, 1898, 1915, 1920—21 и 1927 гг.; наиболее высокий—в 1867—68, 1879, 1899, 1900, 1903, 1905, 1924 гг. В последнем году уровень достиг максимальной высоты. Перед этим поднятием озера в начале 1924 г. наблюдатель Валаамской метеорологической станции, сопоставляя свои наблюдения над осадками за прежнее время, пришел к заключению, что надо ожидать необычайного поднятия воды. Сухое лето испаряет избыток озерной влаги, сырая осень и снежная зима накопляют влагу и повышают уровень озера. Засушливые 1920—21 гг. наглядно показали прямую зависимость необычайно низкого уровня озера от недостатка осадков. В годы, предшествующие указанным выше годам, с низким уровнем озера—осенью и зимою выпадало осадков на Валааме от 96 до 288 мм. Наоборот, в годы высокого уровня предшествующей осенью и зимою выпадало осадков от 247 до 357 мм, а перед 1924 г. их выпало

необычайно много — 750 мм. Это и заставило наблюдателя предсказать необычайное наводнение от вод Ладожского озера в прибрежных местностях.

И наводнение действительно разразилось. Бедствие, причиненное им, было огромно. На самом острове Валааме были залиты дороги, поля, мосты и пароходные пристани. На южном же (нашем) берегу озера между старым и новым каналами Мариинской системы было залито

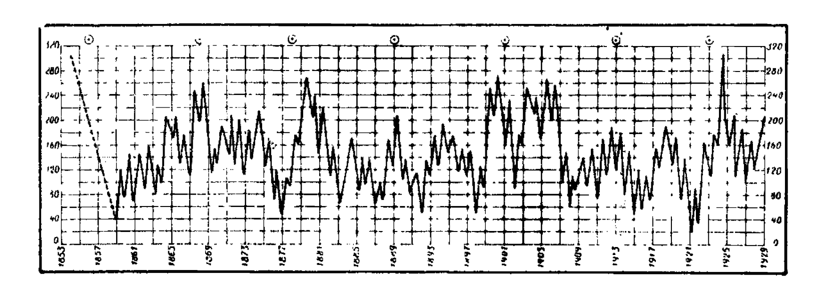


Рис. 98. Колебание уровня Ладожского озера по наблюдениям на острове Валааме. Значки (·) вверху отмечают годы с минимумом солнечных пятен.

водою 28 деревень, насчитывающих 1258 дворов и 5215 жителей. Под водою находилось 822 десятины пахотной земли, свыше 4000 дес. покоса и огородов. От Шлиссельбурга до Свирицы на 160 км напором воды разрушены гидротехнические сооружения, плотины и водоспуски, отделяющие каналы Мариинской системы от озера.

Одновременно с высокой водой в Ладожском озере наблюдается такая же и в Онежском; повышается уровень воды даже и в Финском заливе (рис. 99). Мы видим, что явление это захватывает, повидимому, всю северо-западную часть нашей страны. Если посмотреть на кривую колебания уровня озера на Валааме, то можно заметить некоторый волнообразный ход. После года с высокой водой ряд следующих годов уровень понижается,

а пройдя через минимум, начинается новый подъем. Эта периодичность подмечена была уже давно рыбаками и монахами, живущими на Валаамском острове; по их примете, высокие воды в озере наступают через семь лет. Конечно, такой правильной периодичности не наблюдается, она колеблется в пределах 5—10 лет; очевидно

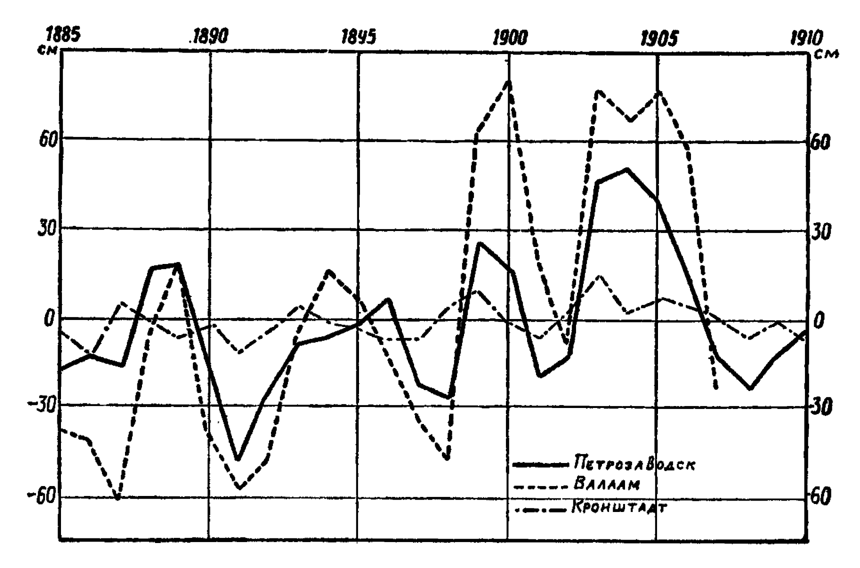


Рис. 99. Колебание уровня Ладожского озера у Валаама, Онежского у Петрозаводска и Финского залива у Кронштадта (по С. А. Советову).

семилетний срок — это веками бессознательно подмеченная народом средняя периодичность колебания. Любопытно, что наиболее высокие подъемы приходятся на периоды минимума солнечных пятен (это у нас обозначено на кривой наверху значками). И хотя подъемы наблюдаются и в промежуточное время, все же распределение максимумов подъема по минимумам солнечных пятен довольно отчетливо. Наоборот, озеро Венерн, в Швеции, и наше Каспийское море в эпохи минимума

солнечных пятен имеют *наименьший* горизонт. Чем же объяснить такого рода противоположность? Если солнечные пятна влияют на уровень озер, то как может их влияние для разных озер быть противоположным?

Вопрос о том, каким образом солнечная пятнообразовательная деятельность может влиять на колебания

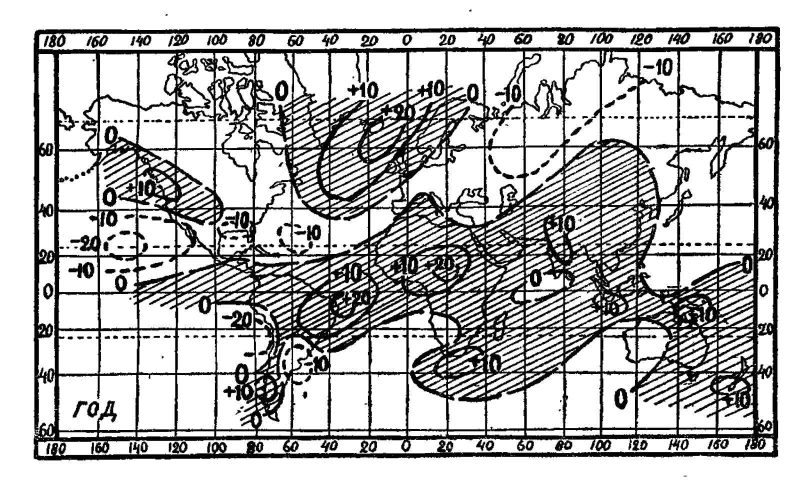


Рис. 100. Различное влияние солнечных пятен на выпадение атмосферных осадков в зависимости от циркуляции воздуха, по Клейтону.

уровня озер, освещается в настоящее время пониманием характера процесса пятнообразования. Повышение солнечной деятельности, сопровождаясь повышением интенсивности излучения электромагнитных волн, электронов и разного рода атомных частиц (например, ионы кальция), должно усиливать атмосферную циркуляцию на Земле, взмучивать ее атмосферу, вследствие увеличения ядер конденсации, и способствовать преобладанию дождливой погоды над сухой, что, в свою очередь, ведет к увеличению уровня озер. Но атмосферная машина очень сложна и циркуляция в ней воздуха неодинакова на всем ее протяжении. Распределение суши и моря

усложняет циркуляцию и ведет к тому, что влияние солнечной деятельности разными областями Земли воспринимается по-разному в эпохи минимума и максимума. Из приложенной карточки Клейтона (рис. 100) видно распределение атмосферных осадков в годы максимума пятен: в заштрихованных областях в это время осадков выпадает больше среднего, в незаштрихованных, наоборот, замечается их недобор. СССР находится как-раз

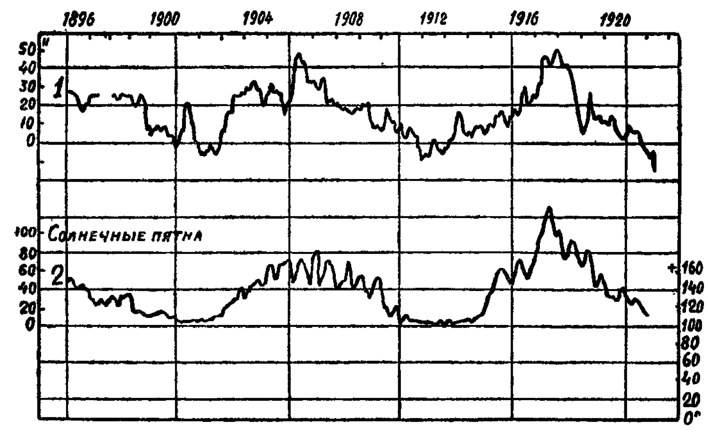


Рис. 101. Колебание уровня озера Виктория в Африке (1) и ход солнечных пятен (2), по Диксею.

в последней зоне. В годы минимума пятен значение этих зон обратное, и потому-то Ладожское озеро в это время более многоводно, чем при максимуме пятен. Озеро же Венерн лежит в других условиях и потому в это время менее многоводно, как и озеро Виктория в Средней Африке и наше Каспийское море. Наиболее часто это соотношение, однако, наблюдается только в приэкваториальных озерах, вроде Виктории. Для наших же озер зависимость эта замаскирована и другими, вероятно чисто местными факторами. Поэтому мы видим, что меньшие подъемы наблюдаются на Ладожском

озере и в эпохи, близкие к максимуму пятен. Нужно к тому же заметить, что и области Клейтона не всегда сохраняют постоянное положение и испытывают иногда некоторое смещение от указанных на карте границ. Вследствие этого наши Ладожское и Онежское озера, близкие к этой границе, нередко испытывают противоположное влияние.

Из графика колебания уровня озера Виктории (рис. 101) в Африке видно, что за период с 1896 по 1922 гг. параллелизм в ходе уровня этого озера с кривой солнечных пятен почти полный. Но здесь, как сейчас было сказано, высокий уровень озера соответствует максимуму солнечной деятельности, а не минимуму, как на графике Ладожского озера. Более же внимательное рассмотрение кривой уровня озера Виктории указывает еще на вторичные, меньшие максимумы в 1901, 1904 и 1913 гг., замечательно соответствующие, вместе с максимумом 1906 г., повышенному уровню Ладожского озера в 1900, 1903, 1905 и 1913 гг.; минимум же уровня озера Виктории в 1921 г. согласуется с минимумом уровня Ладожского озера в 1920—21 г. Таким образом, имеются и кое-какие совпадения в колебании уровней столь удаленных друг от друга бассейнов и находящихся под диаметрально противоположным влиянием от солнечной деятельности.

Великая засуха в Африке в 1921—22 гг. произошла в период, близкий к минимуму солнечных пятен; в это же время уровень озер значительно понизился. Засуха 1911—12 г. также произошла там около эпохи минимума солнечных пятен и озерного уровня. Периоды эти ознаменовались в этом районе Африки голодом, который, по словам старожилов, вообще здесь случается через 10—11-летние промежутки времени Зависимость урожая в Египте от высоты уровня Нила и периодические колебания последнего были известны еще древним. Плиний говорит, что Нил колеблется в пределах от 5 до 18 лок-

тей (2,6 до 9,4 м), причем при уровне до 12—13 локтей бывает голод или недород, при 14 локтях — средний урожай, и при 15—16 хороший или очень хороший. Повидимому, библейский сон фараона, истолкованный Иосифом как чередование 7 урожайных годов и 7 неурожайных, — не что иное, как образное выражение цикличности такого рода колебаний.

БАШНЯ, ВЫСТУПАЮЩАЯ ИЗ МОРЯ

Вглядываясь вдаль на полверсты с берега Баиловской части города Баку, можно в тихую и ясную погоду, при



Рис. 102. „Баиловские камни" в Бакинской бухте, по А. В Возн с-сенскому.

малой морской воде, видеть очертания какого-то разрушенного каменного здания, выступающего из моря. Это — памятник медленных, вековых колебаний уровня Каспийского моря, известный у бакинцев под именем „Баиловских камней" или „Караван-сарая" (рис. 102).

Один из бакинских историков упоминает об укреплении Салхим, сторожевом пункте: с башен этого укрепления когда-то зажиганием огней предупреждали жителей о приближении к городу грабителей-туркмен. Потом это укрепление было залито водою. Вероятно, Салхим

и есть то подводное здание, которое ныне, через 800 лет, снова постепенно выступает, все более и более освобождаясь из-под воды и свидетельствуя об усыхании Каспия или возвращения уровня его к такому же положению, каким он был в то далекое от нас время.

Позднейшие историки не раз упоминали об этом загадочном здании и характеризовали его положение над уровнем моря. Поэтому то Баиловские камни и представляют собою ключ, который раскрывает процесс колебания уровня Каспия за 800 лет.

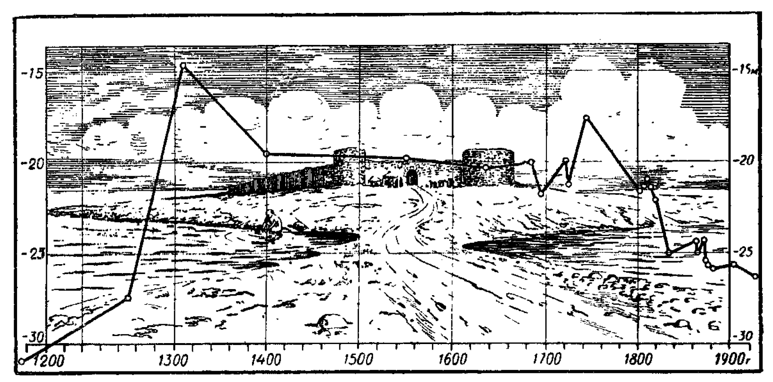


Рис. 103. Колебание уровня Каспийского моря с 1200 по 1925 г. над „Баиловскими камнями" в Баку, по А. В. Вознесенскому.

Рассматривая график этих колебаний (рис. 103), мы видим, что Салхим недолго оставался на суше после постройки, соединяясь перешейком с берегом. Уже к 1251 г. холм, на котором расположено было это укрепление, был окружен со всех сторон морем и превратился в остров (абсолютная высота на графике 27,4 м). Затем к 1306 г. Салхим не только был залит, но и глубоко погребен под волнами Каспия. Вероятно, первоначальная высота укрепления была не выше 8-9 м, тогда как к указанному времени уровень моря здесь поднялся почти до 13 м над вершиной холма (абсолютная высота на графике 14,6 м). До 1685 г. имеются только три указания,

которые, однако, позволяют думать, что уровень моря значительно понизился. Новое повышение произошло в середине XVIII века; о нем согласно утверждают историк Татищев и академик Паллас, бывшие в Баку. После того идет почти непрерывное усыхание с особо резким скачком вниз в первой четверти минувшего столетия. Были также колебания и в 50-60 годы; с этого времени в Бакинской бухте уже ведутся правильные футшточные наблюдения над состоянием морского уровня.

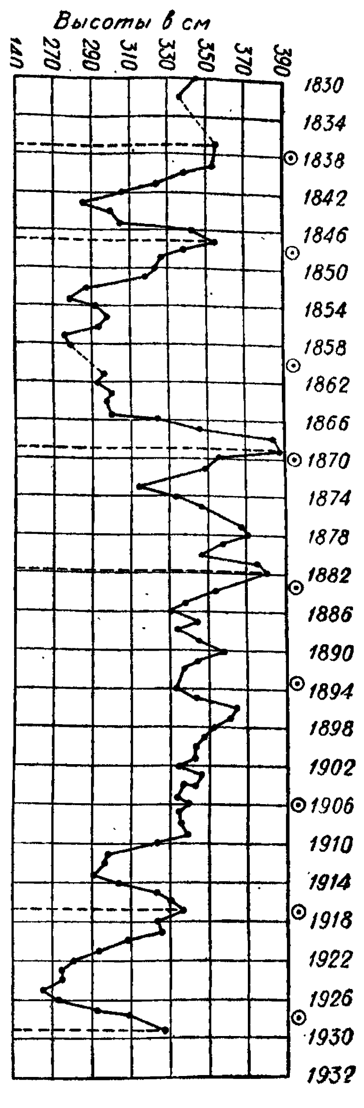


Рис. 104. Ход уровня Каспийского моря, по Михалевскому (⊙ — максимумы солнечных пятен).

Обращаясь к причинам колебаний уровня, наш климатолог А. В. Вознесенский прежде всего устанавливает их зависимость от осадков в бассейне рек, впадающих в Каспий — главным образом Волги. Эту зависимость непосредственно можно проследить с 1850 г., а по косвенным соображениям — и за более раннее время, начиная с 1736 г. При этом обнаруживается подчинение этих колебаний 35-летнему чередованию сухих и влаж-

ных периодов, выведенных Э. Брюкнером (о чем будет речь итти дальше). А. В. Вознесенский склоняется, однако, к мысли, что значительную роль в колебании Каспия играют теперь и еще больше играли раньше — чисто геологические причины — медленные сдвиги всей котловины Каспия, а также колебания местного характера. В особенности автор склонен объяснить этими причинами резкое и сильное поднятие уровня в начале XIV века, когда был впервые затоплен Салхим; впрочем, он оговаривается, что, по другим данным, в эту эпоху наблюдалось резкое изменение климатических условий на Земле, когда наступил период значительного увеличения осадков.

За последнее время опубликован ряд наблюдений над уровнем Каспия за период 1837—56 гг. Как видим из диаграммы (рис. 104), найденный пропуск наблюдений, вместе с позднейшими данными, позволяет отчетливо видеть связь в колебании уровня Каспия с ходом солнечных пятен, причем максимуму пятен соответствует наибольший подъем Каспия в 1838, 1847—8, 1869—70, 1882—3, 1918 и 1928—29 гг. Однако, эта связь не ясна для 1860 г. (перерыв в наблюдениях), а также для 1893 и 1905 гг., когда наблюдалось вообще длительное повышение уровня, начиная с 1882 г., вызванное, повидимому, влиянием какого-то другого фактора — слияние различных волн исказило правильный ход кривой, хорошо видный как до этого, так и после этого времени.

КОЛЕБАНИЯ И ВОЗМУЩЕНИЯ КЛИМАТА

Все крайние отклонения от обычного состояния погоды, принимавшие иногда длительный характер, истолковываются обычно, как изменения климата. В таких случаях старожилы вспоминают, что нечто подобное случалось очень давно, а иногда „старожилы вовсе не запомнят“ столь резких изменений. Правда, память этих старожилов

в большинстве случаев не простирается далее 50—60 лет назад, и, в сущности, свидетельства их говорят только об одном: что на их памяти повторения подобной же аномалии не было.

Вполне законен вопрос: как часто могут подобные аномалии случаться в данном месте? Нет ли какого-либо порядка в их повторении?

Подобные вопросы занимали ученых уже давно. Наш академик Крафт в зиму постройки ледяного дома старался получить ответ на вопрос о периодичности холодных зим: он даже намечал 33—35-летний период. Оказывается, до некоторой степени он был близок к истине. Много позднее его—уже в конце XIX столетия—вышла книга недавно скончавшегося знаменитого климатолога Эдуарда Брюкнера.

Брюкнер собрал большой исторический материал о физико-географических явлениях прежних лет и в процессе его обработки пришел к заключению, что периодичность колебаний климата действительно существует. Периоды сухих и жарких лет сменяются периодами влажных и холодных лет. Длина периода колеблется, в среднем, около 35 лет. На материке, по словам Брюкнера, с начала XVIII века прошли периоды влажные, а между ними были заключены периоды сухие, в таком порядке:

Влажные периоды	Сухие периоды
1691 — 1715	1716 — 1735
1736 — 1755	1756 — 1770
1771 — 1780	1781 — 1805
1806 — 1825	1826 — 1840
1841 — 1855	1856 — 1870
1871 — 1885	1886 . . .

Среднее положение периодов может быть с определенностью указано лишь для XIX века, а именно: наибольшее количество осадков было около 1815 г., 1846 —

1850 и 1876—1880, а наибольшие засухи около 1831—1835 и 1861—1865 гг.

Вокруг труда Брюкнера создалась целая литература: начались поиски того же 35-летнего периода в более древнее время и приложение его к поздним, современным годам. Открылись и противоречия со вновь накопляемыми историческими фактами. Но в общем теория Брюкнера. стала в климатологии почти общепризнанной: каждый климатолог-исследователь обычно заканчивал свою работу сравнением полученных результатов с теорией Брюкнера.

Недавно умерший (1933 г.) проф. М. А. Боголепов, желая проверить теорию Брюкнера на русских летописях, просмотрел многочисленные записи их о погоде и пришел к заключению, что мы имеем дело, собственно, не с плавным изменением сухих периодов на влажные и обратно, как полагал Брюкнер, а с резкими колебаниями или аномалиями в климате, наступающими, в среднем, через 33 года, период, кратный 11-летнему периоду солнечных пятен. При этом аномалии противоположного характера происходят иногда близко одна от другой. После суровой зимы следующая может быть очень мягкой; после жаркого лета следующее — очень дождливым и т. п. Такие резкие колебания наступают периодически, и М. А. Боголепов предложил назвать это „возмущением" климата. Происходит нечто подобное магнитной буре, когда стрелка компаса, всегда колеблющаяся медленно к востоку или западу от полюса, начинает резкими скачками прыгать в ту и другую сторону.

Дальнейшие исследования проф. Боголепова и других авторов показали, что картина пульсации климата не так проста, как этого хотелось бы. Повидимому, кроме волны возмущений с 33-летним периодом, имеются еще две, более короткие: 11-летние волны, связанные с солнечной деятельностью, волны еще более низкого порядка—3,5—2,8 лет, и наконец, более устойчивые волны,

приблизительно равные столетию (разные исследователи указывают периоды от 89 до 101 года). Очевидно, наиболее резким возмущение климата бывает тогда, когда волны 33-летнего и 100-летнего периода совпадут.

КАПРИЗЫ КЛИМАТА

Наибольшей капризностью, в смысле значительных уклонений от средних величин, отличаются зима и весна. Особенно выделяется в этом отношении зима. И у нас, и в Западной Европе известны зимы необычайно суровые и необычайно мягкие. Бывают зимы с глубоким снежным покровом, свирепыми морозами, и метелями, когда гибнет много людей и животных, когда не только северные моря (например, Балтийское) сплошь замерзают (рис. 105), но ледостав простирается и на южные — Азовское и даже частично Черное моря замерзали в суровые зимы, и гибла субтропическая растительность на Кавказском побережьи Черного моря (Сухум, Батум). Но бывают и такие зимы, когда снежный покров почти отсутствует, морозных дней выпадает мало и морозы слабы, а то и вовсе зима носит характер чисто весеннего сезона — начинают вегетировать замершие было растения, появляются перелетные птицы, реки не замерзают; и это не только на юге Европы, но и в более северных частях, например, в Прибалтийских странах, в Феноскандии.

Известия о такого рода аномальных зимах попадали в летописи, записки современников, воспоминания и др. источники, в особенности, когда аномальная погода нарушала обычное течение жизни, и исторические события протекали совсем не в том направлении, как предполагали их участники в расчете на нормальную зимнюю погоду. Это в особенности сильно отражалось на войнах. Так, осада Пскова в зиму 1581—82 г. Стефаном Баторием потерпела неудачу в значительной степени от неожиданно-ранней и суровой зимы, заставившей осаждавших

жить в землянках за рекой Великой; у многих были отморожены носы и уши; начались неудовольствие и ропот среди солдат. Пришлось прекратить осаду. На-

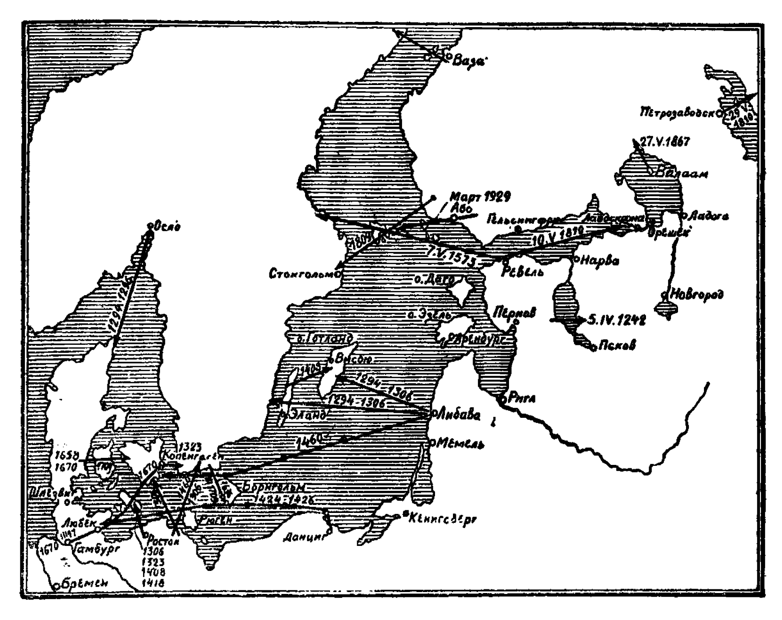


Рис. 105. Составленная Д. О. Святским карта случаев замерзания разных частей Балтийского моря по историческим данным. Указано также наиболее позднее сохранение ледяного покрова на Финском заливе (10 мая 1810 г.), Ладожском озере (20 мая 1867 г.) и Онежском озере (29 мая 1810 г.). На Чудском озере — дата Ледового побоища (5 апреля 1243 г.).

оборот, поход на Казань царя Ивана IV в 1548 г. был неудачен вследствие неожиданно-теплой и бесснежной зимы: лед на Волге был так тонок, что при перевозе у Нижнего в феврале многие пушки и пищали провалились в воду, и в пробоинах погибло много ратных людей.

На юге зимние холода иногда достигают значительного напряжения и широкого распространения. Из истории известно, что были случаи замерзания Черного моря

в 400, 558, 764, 801, 829, 970 и 1011 гг. нашей эры. Особенно подробные известия сохранились о жестокой для юга зиме 7637—64 г., когда холода простирались по

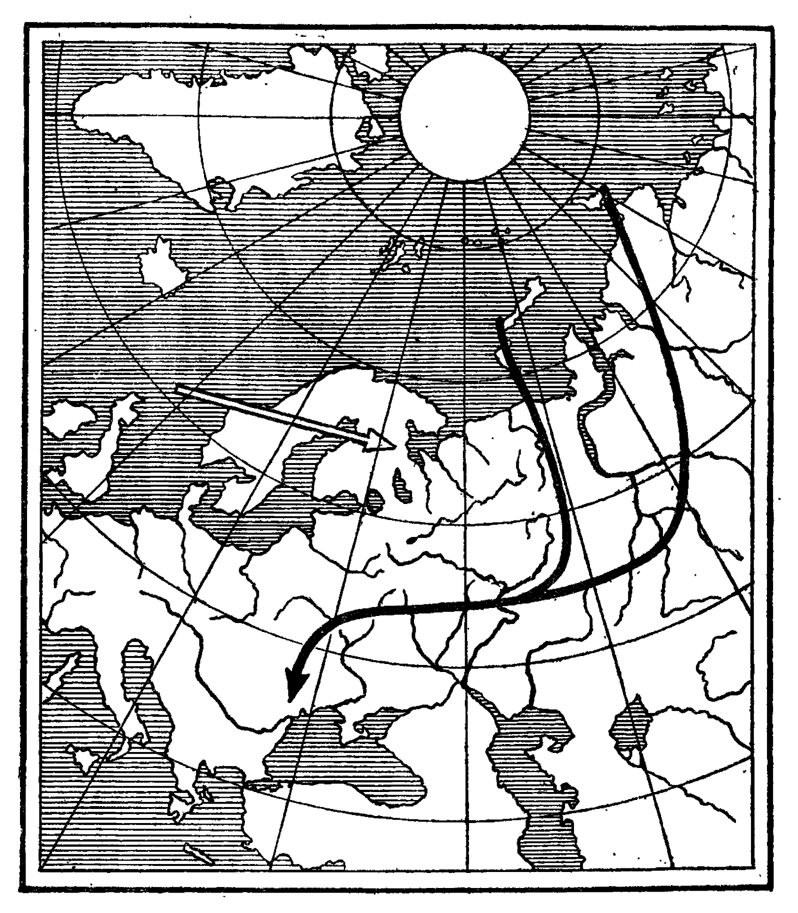


Рис. 106. Операция основной зимней оси, по Б. П. Мультановскому (черная стрелка) и тепловые воздействия Гольфстрима (белая стрелка).

всей Западной Европе „от Галлии (ныне Франции) до Понта Евксинского“ (Черного моря). В одной из старинных русских рукописей об этой зиме сказано, повиди-

мому, из византийских источников: „В царство Константина Тиоменитого зима люта бысть; яко на 30 локтей померзнути Понтийскому морю и снег на неж паде на 20 локтей. И бысть море с землею равно, а человецы же и скоти хождаху вверху его. И бысть месяца февраля той лед на многи кры разломался, и быша аки горы. И множество всяких животных в леде том вмерзоша“ (Рукопись Новгородск. Софийск. библ., ныне в Госуд. публичн., № 1503, л. 357 об.). „В феврале месяце этого 764 г. принесло из Черного моря в Константинопольское устье превеликие льдины, на которых больше 30 человек уставиться могло, от чего городские стены повредились“,—сообщает историк Кальвизий. В зиму 829 г. замерзал даже Нил в Египте.

Любопытно отметить, что на севере Европы, наоборот, в эпоху VII—X веков было чрезвычайно развито плавание ирландцев и норвежцев в Атлантическом океане, к этому времени относится освоение ими Исландии и Гренландии и, повидимому, и первоначальное открытие Америки, причем из описаний совершенно не видно, чтобы они встречали препятствие при своих плаваниях во льдах. В более же поздние времена на севере Атлантического океана начинается эпоха Fimbulvinter (суровых зим скандинавской мифологии), „ледяная блокада“ и гибель Гренландских колоний, для юга же уже не встречается известий о замерзании Черного моря.

При взгляде на карту (рис. 106) становится вполне понятным этот антагонизм севера и юга. Глубокое проникновение холодов в Средиземноморье развивается вдоль ультраполярной Сибирской оси Б. П. Мультановского, тогда как весь северо-запад Европы остается открытым для теплой тяги из Атлантического океана. В сущности говоря, этот процесс наблюдается нормально почти каждую зиму (см. стр. 191), но были, очевидно, целые эпохи, когда ультраполярное воздействие оказывалось

чрезвычайно затяжным и глубоким, что на языке климатолога может быть характеризовано как „изменение климатических условий“.

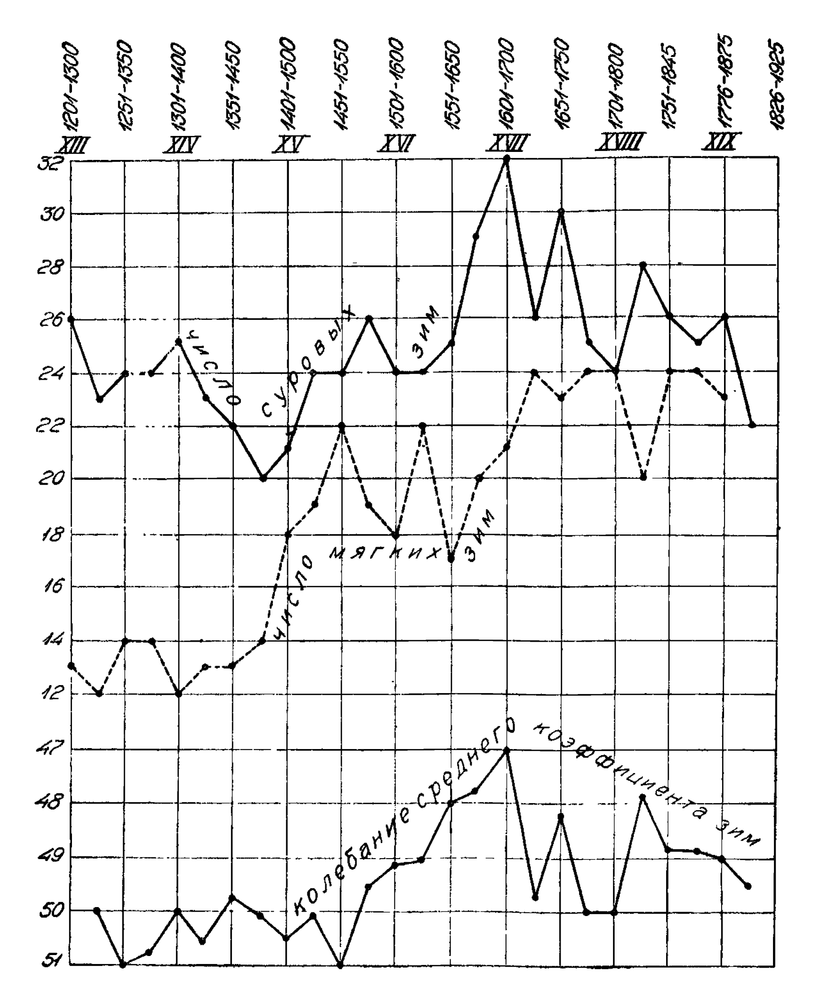


Рис. 107. Ход холодных и теплых зим для Западной Европы. Диаграмма, составленная на основании исследования К. И. тона.

Подобного рода древние известия оказываются очень интересными для истории климата и помогают проследить колебание его за большой промежуток времени.

Недавно исследование о древних зимах в Западной Европе предпринял К. Истон; он выпустил целую книгу, в которой собрал и изучил древние известия о зимах с 396 г. до нашей эры, причем особенно полно и подробно—за время XIII—XVIII вв. нашей эры. Этот материал автор сравнил с подобного же рода заметками за более позднюю эпоху уже инструментальных наблюдений; характер зим этой эпохи возможно было классифицировать по метеорологическим наблюдениям. Получив таким образом классификацию зим в коэффициентах, он перенес ее на период до-инструментальных наблюдений, и таким образом была составлена таблица „коэффициентов зим" с 1205 г. Все коэффициенты зим представляют собою 100-балльную шкалу. Баллами до 25 отмечаются суровые зимы, от 26 до 38—холодные, от 39 до 60—нормальные, от 61 до 75—теплые, от 76 до 85—мягкие и свыше 85—очень мягкие зимы. Наиболее суровые зимы, названные у автора „великими", имеют коэффициент 4. Таких зим оказалось очень немного: 1408, 1435, 1565, 1608 и 1709 гг. Немного оказалось и очень мягких зим—именно зимы 1289, 1409, 1478 и 1507 гг.,—все с коэффициентом 90.

В прилагаемой диаграмме (рис. 107), составленной на основании работ Истона, дается ход числа холодных и теплых зим отдельно по четвертям столетий, а внизу вековое колебание самого „среднего коэффициента", вычисленного для каждого столетия. Картина получается весьма интересная, она свидетельствует, во-первых, о том, что заметно какое-то, хотя и неясно выраженное, периодическое колебание процесса; во-вторых—что из века в век число суровых зим теперь сокращается, а теплых увеличивается. Сам Истон полагает, что существует

циклическое повторение всего процесса в 89 лет, при чем за время с 1205 по 1916 г. этот цикл повторился восемь раз.

ЯЗЫК ДЕРЕВЬЕВ

Все знают, что по слоям срубленного дерева легко определить его возраст (рис. 108). Таким образом, ботаники давно уже установили, что сибирские кедры, лиственницы и сосны могут жить до 600 лет, ели и липы — до 1000, каштаны, дубы, ливанские кедры — до 2000, кипарисы же, тиссы и американские веллингтонии (секвойи) — до 3000 лет, последние даже и больше.

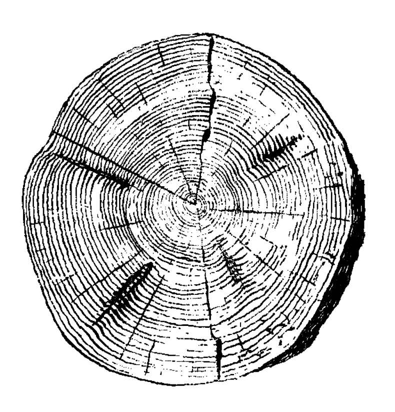


Рис. 108. Кольцевые слои деревьев — летопись местного климата.

Рассматривая внимательно дерево, можно заметить, что годичные кольца не одинаковой толщины: в некоторые годы они очень тонки, в другие — значительно утолщаются. Это свидетельствует о внешних причинах, влияющих на рост деревьев. Причин этих искали в окружающих условиях — в почве, затененности, в ограниченных климатических условиях, вызывающихся влиянием площади, где произрастали деревья. Однако, все эти мелкие причины не объясняют того, что колебание в величине ежегодного прироста однородно на протяжении целых стран. Язык деревьев гораздо более красноречив, чем думали раньше. Под зеленою вековой кроной, в свитках своих концентрических слоев, деревья хранят немую летопись климатов минувших времен. Нужно только уметь прочитать эту летопись.

Попытки такого чтения делались давно. Профессор Ф. Н. Шведов еще в 1892 г. по слоям одной одесской акации пытался судить о характере погод прошлых лет, отметив ряд засушливых годов. Скандинавские ученые подметили соотношение между шириною колец у сосен их полуострова и температурой Гольфстрима. Недавно американский ученый А. Э. Дуглас издал большой труд, где собраны результаты изучения деревьев из Аризоны, Калифорнии, Канады, Норвегии, Швеции, Англии, Германии и Австрии. Одних секвой было изучено 4700 спилов, из них 23 экземпляра было в возрасте от 1323 до 3117 лет (рис. 109).

Согласно работам Дугласа, изменения в годовых кольцах на обширных пространствах показывают такое сходство у отдельных деревьев, что легко отличить кольца за определенный, установленный по одному дереву год на всех других деревьях; другими словами, от более молодых деревьев можно постепенно переходить к более старым, год порубки которых неизвестен.

Далее установлена тесная зависимость между ростом деревьев и количеством осадков. В сухих климатах кольца совпадают по времени с осадками в 70% всех случаев. Но самое замечательное то, что в некоторых местах северной Европы с влажным климатом, а также отчасти в Америке, деревья красноречиво рассказывают нам о ходе пятнообразовательной деятельности Солнца, причем максимум роста опережает солнечный максимум на 1—3 года. Все группы обследованных срезов показывают либо цикл солнечных пятен (10—13 лет), либо кратные величины — двойной (21—24 года), тройной (32—35 лет), соответствующий климатическому периоду Э. Брюкнера в 35 лет, и трижды-тройной в 100—105 лет. Одна секвойя в возрасте 3200 лет дала ряд колец, укладывающихся лучше всего в 101-летние периоды. Вообще, чем дерево старее, тем периодичность лучше выражена,

а в местностях с однообразным растительным покровом можно совершенно точно проследить влияние солнечного цикла на ход растительной жизни и климатические колебания в разных частях земного шара.

Летописи древесных стволов подтвердили, между прочим, предположение, что в начале XIV века нашей эры произошли резкие климатические изменения. Все исландские летописи начинают с этого времени перечень почти ежегодных несчастий и нужд, связанных с „ледяной блокадой“, пришедшей из Арктики, и полосой суровых зим в Скандинавии. На восточных берегах Атлантического океана изменения в океанической циркуляции сказались в громадных штормовых подъемах воды, преимущественно зимою, и с этой-то эпохи берег Немецкого моря получил тот изрезанный вид, который он сейчас имеет. В 1300 г. погибла от наводнения Ландскрона — шведская крепость на месте нынешнего Ленинграда. В ту же эпоху уровень Каспийского моря необычайно поднялся и потопил прибрежное укрепление.

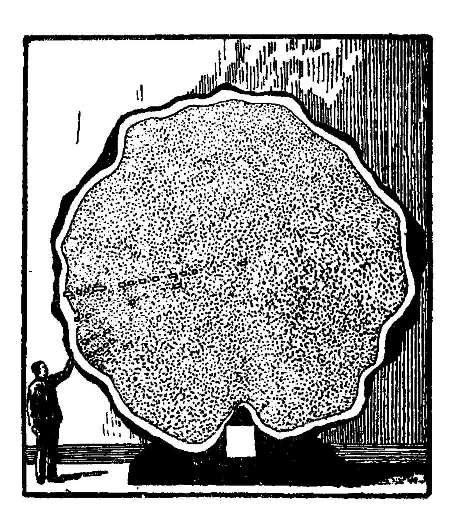


Рис. 109. Разрез ствола секвойи сравнительно с ростом человека. Ярлычки на слоях отмечают разные исторические события.

И вот, как раз в эту-то эпоху, с 1306 г., на срезах секвой заметно резкое увеличение роста слоев, — доказательство значительного увеличения осадков в этот период.

Летопись древесных слоев может рассказать и еще кое-что. Проф. А. В. Тюрин во время рубки леса в Брянском опытном лесничестве обнаружил на деревьях повреждения некоторых средних годовых колец. Повреждения были в виде отлупа разной величины с оставшимися кусочками старой почерневшей коры. От каждого отлупа отходила в виде стрелки щель кнаружи, иногда принимая вид впадины или ложбины, делающей ствол неправильным. В некоторых отлупах кусочки оставшейся коры были обуглены. Ясно, что деревья сохранили следы лесных пожаров и своим немым языком могут назвать даты этих пожаров. Материал, собранный проф. Тюриным, позволял с точностью установить, что в Брянском лесном массиве на значительном пространстве бушевала огненная стихия весною 1872, 1860, 1852, 1836, 1810, 1797, 1776 и 1753 гг. А климатолог отсюда делает вывод: стало быть в эти эпохи летом стояли засухи, благоприятствовавшие лесным пожарам.

Вот как много могут рассказать нам древесные спилы. К сожалению, материал этот для нашей страны гибнет после всякого рода порубок, никем неисследованный. А его надо бы собирать! Деревья 300—400-летнего возраста, ведь, нередки в наших лесах. Они бы могли рассказать нам историю климата нашей страны до времен не только Смутного времени, но даже и опричнины Ивана Грозного. Если к этим срезам прибавить те, из которых построены старые здания, а также взятые от мореных дубов, находимых в руслах наших рек и с остатков деревьев из торфяников, — то открывается возможность по древесным срезам установить историю климата лет за 10 000.

Если трудно сохранить срез дерева, то можно собирать фотографии таких спилов или просто даже снимать отпечатки на бумаге. Для этого на гладкий срез дерева накладывают лист обыкновенной, не очень плотной, но

и не совершенно тонкой бумаги. Края листа заворачиваются на ствол и закрепляются кнопками. Затем поверх листа трут мягким карандашом или кусочком оловянной бумаги, в которую заворачиваются конфекты, пока все детали среза не выступят достаточно отчетливо.

ПЕЧКА ЕВРОПЫ

Если бы Земля представляла собой сплошной материк, то единственным регулятором температуры на ее поверхности был бы ветер, происходящий от смены теплого и холодного воздушных течений, причем, под влиянием движения Земли вокруг оси, холодное течение воздуха (в северном полушарии) направлялось бы к экватору с СВ, а теплое уходило бы от него с ЮЗ, образуя систему ветров, называемых пассатами. Эти пассаты и существуют в действительности, но только простираются не выше 35° широты в обе стороны от экватора.

Если бы Земля была окружена сплошной водной поверхностью, то под влиянием пассатов образовались бы водные течения, сгонявшие воду к экватору, по которому она текла бы с востока на запад, причем такое движение воды происходило бы по всему земному шару, постепенно ослабевая в скорости от экватора к полюсам.

Если, однако, представить себе на пути такого океанического течения поперек экватора материк с береговой линией, наклоненной с СВ на ЮЗ, каким в действительности является восточный берег северной Америки, то экваториальное, сильно нагретое Солнцем течение, движущееся с В, встретив препятствие в виде материка, должно будет отклониться и устремиться к северу вдоль берега, омывая и согревая его теплой водой. Попадая же в более северные широты, оно, под влиянием замедляющегося здесь вращения поверхности земного шара, начнет отклоняться к востоку. Это мы и видим в действительности на примере Гольфстрима, т. е. „течения,

выходящего из залива“, если перевести это название по-русски. Оно, действительно, выходит из Мексиканского залива, идет вдоль берегов Америки до мыса Гаттераса (на 42° сев. широты), откуда начинается поворот его к берегам Европы и разветвление на ряд потоков, подходящих к Англии, Франции, Исландии и Норвегии.

Вследствие малой ширины Флоридского пролива, воды Гольфстрима устремляются из него со значительной быстротой — до 5 км в час, выбрасываются в Атлантический океан высоким валом, выше обычного уровня. Каждый час Гольфстрим выталкивает из залива в океан до 90 000 000 000 тонн воды, другими словами, в 76 тысяч раз больше, чем выносится одной из наиболее многоводных и быстрых наших рек — Невой. Ширина течения 70 км, глубина 700 м. Температура Гольфстрима в месте его образования достигает 30° С. Тепло, уносимое к северу, соответствует 2 000 000 тонн угля, сжигаемого каждую минуту.

Вот как описывает Гольфстрим наш композитор Н. А. Римский-Корсаков, пересекший его в октябре 1863 г., на пути в Нью-Иорк. „Неподалеку от американского берега мы пересекли Гольфстрим. Мы были удивлены и обрадованы, выйдя утром на палубу и увидав совершенно изменившийся цвет океана: из зелено-серого он сделался чудным синим. Вместо холодного, пронизывающего (октябрьского) воздуха Солнце и очаровательная погода. Мы точно попали в тропики. Из воды каждую минуту выскакивали летучие рыбки... Опустили градусник в воду: + 18° Р. На утро третьего дня по вступлении в Гольфстрим — опять перемена: серое небо, холодный воздух, цвет океана серо-зеленый, температура воды 3° или 4° Р, летучие рыбки исчезли. Наш клипер вступил в новое холодное течение, лежащее бок-о-бок с Гольфстримом (так наз. Лабрадорское, направляющееся из Арктики на юг). Мы начали направлять свой путь на

ЮЗ к Нью-Иорку" ... („Летопись моей музыкальной жизни", стр. 64).

Гольфстрим несет свое тепло далеко на север. От Норд Капа в Норвегии живительные струи его проходят через Баренцово море, делая наш Мурманский порт незамерзающим. Изучение материалов экспедиции нашего Арктического института на ледоколе „Малыгин" устанавливает, что теплые струи Гольфстрима проникают не только вдоль западных берегов Новой Земли, но и в район к северу от Земли Франца-Иосифа. Правда, здесь это течение опускается на большие глубины и течет под поверхностью холодной воды, но в некоторых местах, выходя наружу, имеет температуру $+4°$ Ц.

Впервые термометр был опущен в океан в 1768 г.; через 50 лет после того А. Гумбольдт установил, что температура течений в океанах резко разнится от обычной соседней, но лишь в 1822 г. впервые была высказана мысль английским астрономом Себейном, что высокая температура океанической воды может влиять на нашу погоду. Он заметил, что в конце 1821 г. Англия омывалась необычайно теплыми водами, после чего последовала теплая и богатая осадками зима. Оба явления он поставил в связь, т. е. колебания сезонной погоды с термикой океана. Впоследствии Мейнардус, Петерсен и Э. Лесгафт исследовали детально этот вопрос и показали, что колебания температуры Гольфстрима отражаются на последующем режиме европейской погоды, и за Гольфстримом установилась репутация „печки Европы".

Но так как движение водных масс в океане, по сравнению с движением воздушных масс, происходит гораздо медленнее, и температура воды отличается большей устойчивостью, то возникает вопрос: если в каком-либо районе океанического течения под влиянием определенно направленного длительного воздействия атмосферных условий создается определенная температурная аномалия

воды, то может ли эта аномалия быть перенесена течением в другой район океана? Исследования последнего времени дали положительный ответ на этот вопрос.

В. Ю. Визе исследовал вопрос о переносе температурной аномалии от восточных берегов С. Америки к западным берегам Европы при помощи Атлантического течения, сопоставляя количество айсбергов, выносящихся Лабрадорским течением в районы Нью-Фаундленда, с температурой воды между Шотландией и Исландией. Айсберги в данном случае брались как показатели интенсивности холодного Лабрадорского течения. Оказалось, что колебания интенсивности этого течения отражаются на температуре вод между Шотландией и Исландией через 5 месяцев. Следовательно, мы имеем теперь возможность примерно за полгода вперед судить о термическом состоянии вод между Шотландией и Исландией.

Английский метеоролог Брукс показал, что колебания ЮЗ и СЗ пассатов через значительные промежутки времени отражаются не только на температуре воды на севере Атлантического океана, но и на величине барометрического градиента между Азорскими островами и Исландией. Здесь мы видим, какое значение гидрологический прогноз имеет для метеорологического.

В общем цепь зависимостей оказывается гораздо сложнее. Первоначальная причина лежит в атмосфере, следствие — в гидросфере, т. е. пассаты вызывают морские течения и повышают их температуру. А морские течения, уже являясь фактором гидрологическим, оказываются причиной нового явления в атмосфере — распределения барометрического давления, которое есть не что иное, как показатель воздушных течений в тропосфере, т. е. тех теплых (тропических) и холодных (арктических) потоков в воздушной оболочке Земли, смена, взаимодействие и расположение которых вызывают смену погоды и, в конце концов, определяют собою климат. Таким

образом, успехи достижений метеорологии стоят в тесной связи с гидрологией и будущее долгосрочных прогнозов погоды всецело зависит от крепости моста, переброшенного между гидрологией и метеорологией.

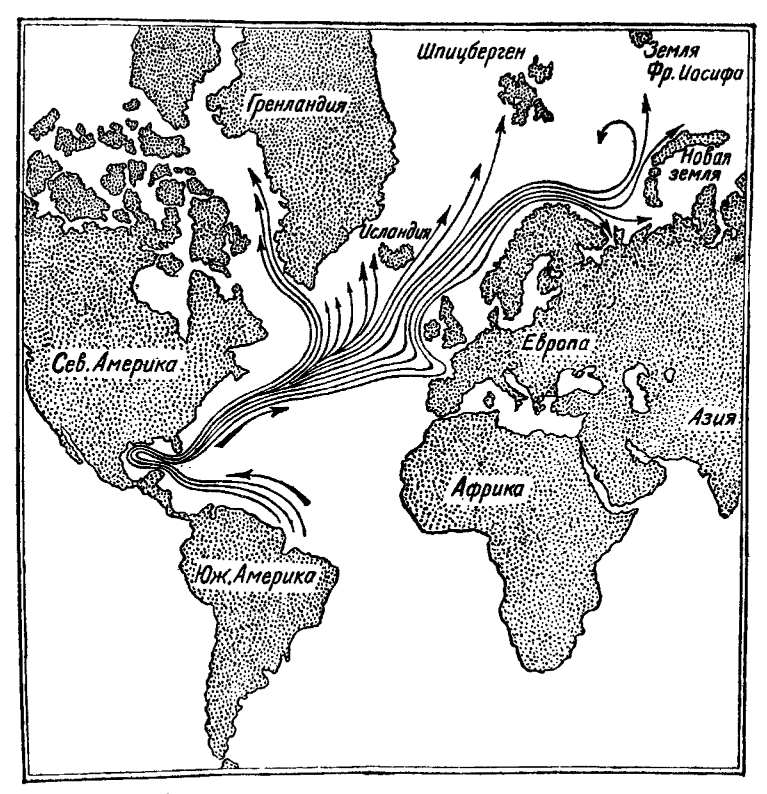


Рис. 110. Система течений Гольфстрима.

Здесь любопытно будет отметить, в качестве примера, что тепловая аномалия Гольфстрима, наблюдавшаяся Себейном в Англии в 1821 г., не ограничилась только явлением теплой зимы в Англии. Выше (стр. 214) было приведено воспоминание П. Каратыгина о необычайно

теплой весне 1822 г. в Петербурге. Океаническая волна тепла и здесь нашла свое метеорологическое отражение. Но еще более яркие примеры дает нам наш Север за последнее время. В Баренцово море в последние 12 лет Нордкапское течение почти из года в год несет воды с большой положительной аномалией температуры. Средняя температура поверхностных слоев воды в Баренцовом море за последние 12 лет на 1,°5 выше, чем температура за все предшествовавшие 28 лет. Принимая во внимание большую теплоемкость воды, мы видим, что указанная разница в температуре свидетельствует об очень большом количестве тепла, приносимого к нашим северным берегам. Это тепло не только отодвинуло далеко на север обычную кромку льда в Баренцовом море, не только повлияло на фауну моря (изменения в ходе трески и пикши у берегов Норвегии и Мурмана), но и отразилось на климате северо-западной части Европы. Всем памятны зимы 1924—25, 1929—30 и 1932—33 (в первой своей половине) своим необычайным теплом, когда Нева в Ленинграде замерзала окончательно только в январе или феврале. Но и на Земле Франца Иосифа декабрь 1929 г. оказался на 12° теплее средней температуры за пять лет наблюдений. В конце декабря и в начале января 1930 г. удалось осуществить рейс из Архангельска на Новую Землю — единственный до настоящего времени из известных в истории навигации к этому острову рейс, совершенный в середине зимы. В августе 1932 г. экспедиция на „Малыгине“ обнаружила уменьшение глетчеров за последние 25 лет на земле Рудольфа. А ведь было время, когда Баренцово море летом сильно забивалось льдом. Так, например, морской лед подошел в 1881 г. необычайно близко к берегам Норвегии и находился всего только в 12 милях от Нордкапа. Суда, шедшие из Норвегии в Архангельск, испытывали в Баренцовом море затруднения из-за льдов.

Н. Н. Зубов, начальник экспедиции к Земле Франца-Иосифа, беспрепятственно обогнувшей в 1932 г. на моторно-парусном боте „Книпович“ эту Землю с севера, полагает, что этой удаче содействовало главным образом отражение в Баренцовом море тепловых воздействий системы Гольфстрима. Он говорит, что на основании прежних наблюдений довольно не трудно, зная среднюю температуру Нордкапского течения в мае, сопоставить ее с ледовитостью Баренцова моря за 5 летних месяцев и этим путем по майской температуре течения прогнозировать состояние льдов в августе. Так, в неблагоприятный 1917 г. 74% всей площади Баренцова моря было покрыто льдами, в 1912 г. 36%, в благоприятный 1923 г. только 2%. Прогноз для 1932 г. указывал на ледовитость в августе не более 12%, такая малая ледовитость открывала широкие возможности для работ на Севере, и маленький бот „Книпович“, водоизмещением 100 тонн, с мотором в 125 лошад. сил обогнул с севера, иногда неприступную даже с юга Землю Франца Иосифа, что вызвало всеобщее удивление.

В 1931 г. вышла в свет работа Сандстрема „Гольфстрим и погода“, в которой указывается, что в начале 1928 г. температура у его истоков оказалась на 5° выше нормальной. Гребень этой тепловой волны, по мнению Н. Н. Зубова, постепенно продвигался на Север и к 1930 г. докатился до Баренцова моря, а в 1932 г. достиг Северной части Земли Франца-Иосифа; именно на гребне этой тепловой волны и было совершено плавание „Книповича“ вокруг этой Земли. Зима 1929 г., отличавшаяся своими суровыми февральскими холодами, была вызвана тем же Гольфстримом, как реакция, вследствие обвала холодных масс воздуха из Арктики в тыл тропическим токам, устремившимся на Европу со стороны Атлантического океана. Но дальнейшее перемещение к северу „гребня“ тепловой волны Гольфстрима послужило базой

для развития циклонической деятельности в Северной Европе. И действительно, уже в декабре 1929 г. средняя температура Нордкапского течения по Кольскому меридиану, бывшая в течение 1928 и 1929 г.г. сравнительно низкой, оказалась исключительно высокой, и уже тогда явилась возможность говорить о возможности ранней весны на западе Европейской части СССР и малого количества льда в Баренцовом море. И тогда же Н. Н. Зубовым был выдвинут вопрос о необходимости использования наступающих благоприятных ледовых условий для океанографических работ в высоких северных широтах.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПЕРТУРБАЦИИ

Вдоль западного побережья Южной Америки, на протяжении почти двух тысяч километров, тянется полоса сухой степи, среди которой расположена настоящая пустыня под именем Атакама. Сухой морской воздух действует настолько иссушающе, что береговые птицы, гнездящиеся здесь, отложили помет огромной мощности, известный под именем „гуано" и представляющий собою предмет выгодного экспорта для удобрения. На побережьи на 100—400 км в глубину материка видна лишь чахлая растительность, незнающая иного природного орошения, кроме росы и, в зимнее время, инея. Реки здесь незначительны; русла многих из них сплошь и рядом высыхают. Мир животных, птиц и насекомых не богат и весьма однообразен. Только одни рыбы представляют собою разнообразие фауны, доставляя выгодный промысел.

Над этой пустынной страной в 1925 г. разразилась вдруг удивительная климатическая пертурбация. Вместо холодных и иссушающих ветров потянули с океана теплые и влажные, и в течение двух-трех месяцев пустыня стала неузнаваемой. Вечно ясное небо затянулось

тучами, и полили тропические ливни. Реки, многочисленные ручьи, почти всегда сухие, переполнились и во многих местах вышли из берегов. Река Чан-Чанг, берущая начало в горах Эквадора, в одну ночь поднялась на шесть метров. В результате дороги и железнодорожные пути размыты, многие мосты и дома снесены. Города Лима и Калао очутились окруженными со всех сторон водою, продовольствие стало возможно переправлять в незначительном количестве только на мулах и ламах, и начался голод среди населения. Вследствие избытка сырости начала косить людей малярия, о которой раньше никто здесь ничего не знал.

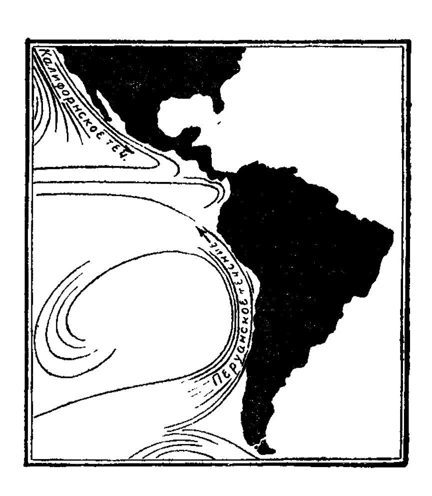


Рис. 111. Распределение морских течений у западного побережья Южной Америки.

Резкое изменение климатических условий преобразило флору и фауну страны. Птицы, доставляющие „гуано", начали гибнуть от повальных болезней; развелось невиданное количество москитов, комаров, стрекоз, прилетели тропические птицы; в водах появились тропические рыбы и дельфины. Местные же рыбы массами гибли, и трупы их всплывали на воде. Вместо чахлых кустарников, расселилась на пустынных пространствах и начала быстро вегетировать роскошная, никогда здесь невиданная, тропическая флора. Около двадцати местных видов растений, обычное время цветения которых в январе уже кончается, зацвели вторично и быстро дали плоды. Кое-где люди посеяли хлопок и дыни. То и другое оказалось удач-

ным: хлопок был собран, и дыни созрели, — чего никто раньше здесь не предполагал.

И все это совершилось с конца декабря 1924 г. по апрель-май 1925 г. Затем ветры с северных (теплых— от экватора) повернули снова на южные (холодные—от южного полюса), а климатические условия стали постепенно изменяться,—снова водворилась в стране пустыня.

Чем же могло быть вызвано такое временное изменение климатических условий? Все произошло от внезапного изменения в движении морских течений у западных берегов Южной Америки. Если взглянем на карту этой местности с обозначением морских течений, то увидим, что южно-полярное холодное течение против Аргентины ответвляет от себя холодное же Перуанское течение имени Гумбольдта; оно и является причиной невзрачности обычных климатических условий Чили, Перу и Эквадора. Однако, с конца декабря и в начале января сюда иногда проникает от Экватора северное— теплое течение „Дель-Ниньо"; обычно оно слабо и не производит серьезного влияния на пустынный климат страны. Но в 1925 г. случилось нечто необычайное, течение „Дель-Ниньо" оказалось необычайно мощным и вытеснило Перуанское, отодвинувшееся от Южной Америки в глубь океана. „Дель-Ниньо" не только принесло с собою северные влажные и теплые ветры, но и вызвало явление, подобное нашему ледоходу, — только вместо льда неслись целые плоты оторванных частей растений, древесные стволы и др. пловучие предметы из тропиков. Они доставили сюда птиц, животных, семена неведомых здесь растений, давших начало новой, роскошной, но в то же время и пагубной жизни. Все это отозвалось и на мореплавании. Суда, обычно пользовавшиеся попутным Перуанским течением, встречали противное и вынуждены были медленно продвигаться на север; у рыбаков стали гнить их суда и снаряжение,

так как температура воды сильно повысилась, да и содержание соли в ней понизилось. Рыба тоже начала гибнуть.

Бывало ли здесь нечто подобное раньше? Оказывается, было в 1878, 1884, 1891 и 1918 гг.; но с событиями 1925 г. могут сравниться лишь явления 1891 г. Таким образом, причина, вызвавшая это возмущение климата—это перемена морских течений. Здесь стоит вспомнить, что зима 1924—25 г. и на нашем севере была беспримерна по теплу. Мурманское побережье почти не знало зимы. В Ленинграде Нева почти не замерзла; случались даже в январе наводнения. В центральных губерниях происходили преждевременные половодья и грозы. Птицы потянулись из теплых стран уже в январе и феврале. Путешественник П. К. Козлов, бывший в то время в пустыне Гоби, сообщает, что она получила в этом году необычайно большое количество осадков и покрылась роскошными степными травами. Наоборот, на Кавказе зима 1924—25 г. была необычайно сурова: в Батуме и Сухуме сильно пострадала субтропическая растительность.

Мы видим, что климатические пертурбации этого времени происходили на большом пространстве земного шара и что причина всех этих явлений кроется не в чем ином, как в переносе океаническими течениями температурной аномалии. По отношению к Южной Америке, как теперь выяснилось, имеет большое значение, повидимому, температурная аномалия, изученная геофизиками Батавской обсерватории и стоящая в связи с барометрической волной трехлетней периодичности, колеблющейся от Малайского архипелага к северу от Австралии до района острова Пасхи, расположенного на запад от Южной Америки. Возможно, что временный отход холодного Перуанского течения от берега стоит в связи с этой барометрической волной, но резкая фаза

этого явления остается пока необъясненной, как необъяснимы пока и причины колебания температуры и скорости Гольфстрима и других течений.

Повидимому, эти причины заключаются во временном изменении общей циркуляции воздушных и морских течений, регулируемых прежде всего источником всей жизни на Земле—Солнцем. Активность же Солнца непостоянна: наше центральное светило не всегда источает на нас одинаковое количество своей энергии. Более глубокое познание причин изменений климата земного шара, в конечном счете, зависит от успехов изучения Солнца и всех явлений, на нем происходящих.

КЛИМАТЫ ПРОШЛОГО НА ЛАБОРАТОРНОМ СТОЛИКЕ

Чрезвычайно интересные опыты были поставлены академиком П. П. Лазаревым в Институте биологической физики по вопросу о влиянии океанических течений на прежние климатические условия.

Была изготовлена плоская круглая ванна, центр которой представлял собою северный полюс Земли, а окружность—экватор. Если ванну наполнить водой, слепив из гипса на дне ее материки, которые выступали бы на поверхность и соответствовали современному распределению суши и воды, то, создавая по направлению пассатов токи воздуха, мы получим все океанские течения северного полушария: появится ряд вихревых течений около берегов Африки и Америки, ответвится и пойдет к Европейским берегам Гольфстрим (рис. 112).

Далее академик Лазарев рассуждал таким образом. Что будет, если в нашу ванну поместить не современный облик материков, а тот, каким они были в древние геологические эпохи? Теоретически нужно допустить, что и течения тогда распределятся иначе.

И вот в лаборатории названного института начинается испытание рельефов прежних геологических эпох.

При возбуждении по направлению пассатов токов воздуха, в этих ваннах появляются никому до того неведомые течения и восстанавливается картина их распределения в ту или иную эпоху.

Оказывается, что в самые древние времена. когда

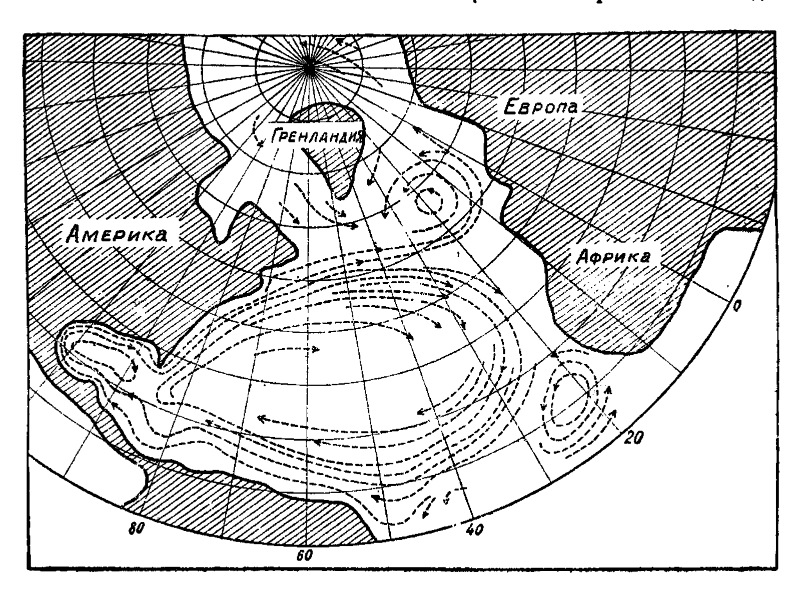


Рис. 112. Искусственное получение в лабораторной ванне ряда течений около берегов Африки и Америки и образование Гольфстрима, по акад. П. П. Лазареву.

сплошного материка Азии еще не было, а на ее месте были два небольших материка, скорее два больших острова (Ангарис и Манджурис), они омывались мощным океаническим течением, которое идет с юга и приносит большое количество тепла к этим областям. В периоды Эокамбрия и Неодевон (рис. 113 и 114), принадлежащие к наиболее древним периодам жизни Земли, океаническое течение с экватора прямо поворачивало к полюсу; полярных льдов в то время на севере не существовало, и берега будущей Азии были теплыми.

Мы можем объяснить этим существование ископаемых остатков мамонтов и других южных животных, как и нахождение остатков тропических и субтропических растений на севере Сибири.

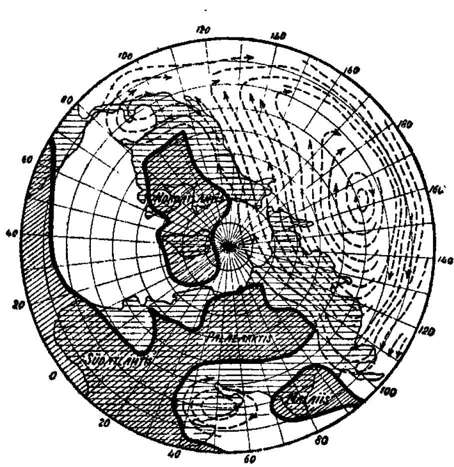


Рис. 113. Течения в Эокамбрийскую геологическую эпоху в опытах акад. П. П. Лазарева.

С другой стороны, материк будущей Европы в некоторые периоды был более холодным, чем материк будущей Азии,— именно тогда, когда часть будущего Европейского материка была изолирована от океанских течений и полюс не получал теплой воды от экваториального течения. В ту эпоху климат Западной Европы и части Америки был холодным; этим и можно объяснить появление ледниковых периодов. Особенно холодным климат в Европе должен был быть в период Альбиен, а в Азии — в период Сеноманский. (рис. 115 и 116).

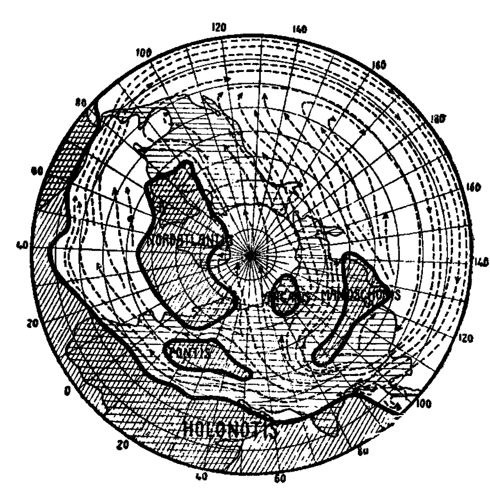


Рис. 114. Течения в Неодевонскую эпоху в опытах акад. П. П. Лазарева.

Но акад. Лазареву могут быть сделаны возражения со стороны новой школы геологов, которой в настоящее время, повидимому, удалось произвести победоносную революцию во взглядах на происхождение лика Земли. Мы разумеем учение о перемещении материков недавно трагически погибшего в Гренландии проф. А. Вегенера. Сущность его теории заключается в том, что все современные материки представляли собою когда-то одно целое, но затем, под влиянием неравномерного вращения внутренних слоев земного шара вокруг оси, они разделились и разошлись, плавая в вязкой магме, среди океанического пространства Земли подобно гигантским айсбергам в океане. Прилагаемые рис. 117—118 взяты нами из сочинения Снидера-Пеллегрини, который еще в 1858 г. высказал предположение о том, что Америка

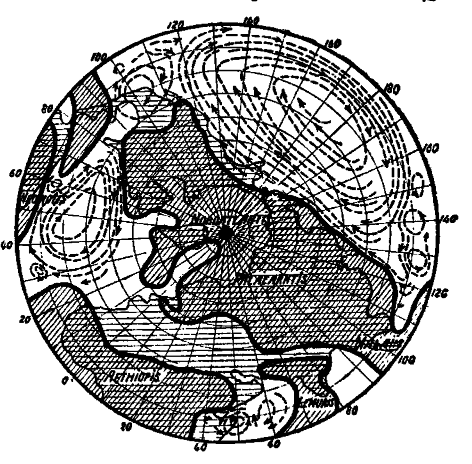


Рис. 115. Течения в эпоху Альбиен в опытах акад. П. П. Лазарева.

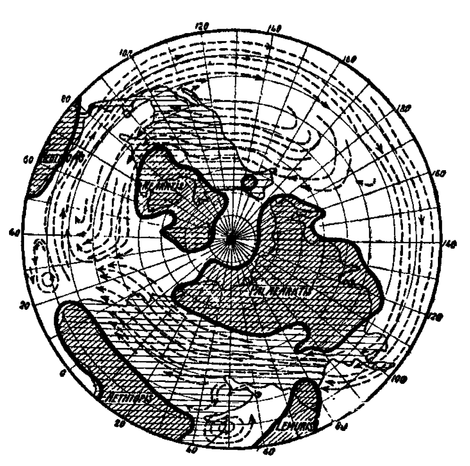


Рис. 116. Течения в Сеноманскую эпоху в опытах акад. П. П. Лазарева.

когда-то отделилась от Евразии и Африки. А. Вегенер пришел к тому же самостоятельно, но развил это предположение в стройную теорию. В то время, как Америка отделилась и отодвинулась от Африки и Европы на запад, а Азия и Индостан на северо-восток, Австралия же и Антарктика, примыкавшие к Африке, отошли на юго-восток и юг. Все это произошло в течение Юрского, Мелового и Третичного периодов. Позднее всего отделилась Сев. Америка от Европы, дав трещины, по которым выклинилась Гренландия,—это произошло в Третичный и даже в начале Четвертичного периода, т. е. уже в эпоху великого оледенения, которое охватывало собою север Европы, Азии и Америки.

В настоящее время на точку зрения Вегенера стали очень многие геологи и палеонтологи, а также известный географ и климатолог Кеппен. По воззрениям Вегенера-Кеппена основной причиной в изменении климатов прошлого является передвижение материков и связанное с этим изменение положения полюсов обоих полушарий. С точки зрения теории Вегенера вовсе нет необходимости допускать сильное изменение наклона земной оси, что делали геологи старой школы. Если материки плавали в магме, то и при постоянстве наклона земной оси всегда можно представить себе положение того или иного участка суши или моря в полярной области. Таким образом, оказывается, никаких специальных ледниковых эпох с теплыми промежутками в истории Земли не было: холодный климат около полюсов Земли существовал всегда в виде ледяных шапок. Под такой ледяной шапкой находится сейчас Антарктика. При этом шапки эти надо понимать не только в смысле ледников, то расползавшихся от полюсов, то сокращавшихся, но, очевидно, и в смысле соответствующих им воздушных шапок холодного воздуха Бьеркнеса, тоже иногда сильно и надолго сдвигавшихся от полюсов.

Чем же, однако, объяснить периодическое расползание и сокращение ледяных шапок? Для каждого из полюсов надо различать периоды, когда полюс находился среди материка, и другие, когда он находился среди океана. В первом случае материки сохранили нам следы оледенения в виде валунов, морен, бараньих лбов и других памятников ледникового периода, доступ же к по-

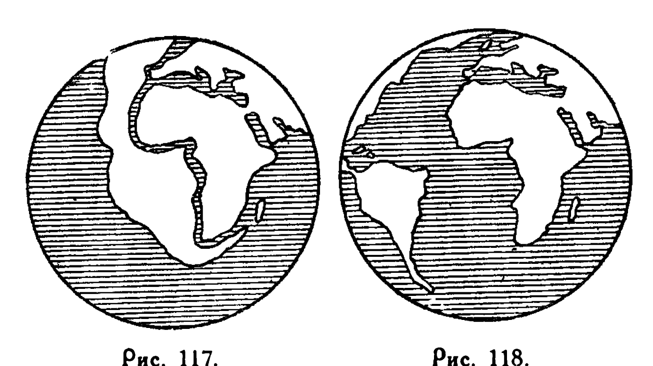


Рис. 117. Рис. 118.

Распадение материков по Синдера-Пелегрини (1858 г.).

люсу теплых океанических течений с юга был невозможен, что благоприятствовало нарастанию мощных материковых льдов. Наоборот, когда полюс был в океане следов оледенения не могло остаться, да и само оледенение не могло быть значительным, так как проникающие к полюсу теплые течения типа Гольфстрима не благоприятствовали здесь накоплению больших льдов.

Таким образом, если бы поставить опыты по принципу акад. Лазарева, но с макетами материков по Вегенеру-Кеппену, то мы получили бы систему океанических течений, несомненно подтверждающих как идею Лазарева о роли течений в изменении климатов, так и климатические выводы Вегенера-Кеппена. В самом деле, даже без опытов очевидно, что в эпохи Девонскую и Каменноугольную, когда, по Вегенеру, Южная Америка

Африка, Австралия, Антарктика и Индостан сливались в общую материковую глыбу (Гондвана), полюс, находившийся в южной оконечности Африки, т. е. среди общего праматерика, не мог получать ниоткуда теплого океанского течения, что повело здесь к образованию мощного оледенения на рубеже Пермского и Каменноугольного периодов, следы которого затем понесли на себе раздвинувшиеся части названных материков по всему южному полушарию Земли.

Что же касается северного полушария Земли, то, хотя по Вегенеру и там тогда Сев. Америка, Гренландия и Европа сливались в общий материк (Лавразия), но зато он пересекался через Европу мелководным морем, через которое, по Лазареву, могло проникать теплое течение, делавшее климат Европы умеренным, тем более, что самый северный полюс находился в то время в открытом океане.

Великое оледенение северного полушария становится понятным не только потому, что северный полюс в это время находился на континенте—в Гренландии. Так как последняя была в центре общей материковой глыбы, состоящей из Сев. Америки и Евразии, то сюда не могло проникнуть никакое теплое течение, что, конечно, способствовало нарастанию на полюсе льдов и движению их на юг. Будущий же Гольфстрим мог циркулировать только в замкнутом кольце между Флоридой и Сахарой, где Америка уже отодвинулась от Африки. И только по мере передвижения северного полюса к современному его положению в открытую Арктику и связанного с этим уменьшения и отступления ледника—с одной стороны, с другой же вследствие взаимного раздвижения Сев. Америки, Гренландии и Евразии, сюда постепенно начал проникать Гольфстрим, ускорявший разрушение ледникового плато. Это изменяло и климат Сев. Америки и Европы в смысле его потепления.

Но точка северного полюса со времени последнего (вюрмского) оледенения, находившаяся тогда в северной части Гренландии, сравнительно так недалеко отодвинулась, что дыхание ледниковой эпохи и теперь, по временам, ощущается на севере Европы. В этом отношении любопытно отметить, что языки большого оледенения Европы, выдающиеся к югу вдоль Днепра и Дона, повторяются и теперь в мощности снежного покрова, в распространении первых морозов, в наступлении ледостава и не только в отдельные годы, но отражаются также и на многолетних средних метеорологических и гидрологических величинах. Таким образом, эти черты современной погоды являются реликтом — наследием ледниковой эпохи, показывая, что сущность зимнего процесса настоящего времени в Европе, по словам Б. П. Мультановского, остается со времени четвертичного периода, неизменной по смыслу и направлению, хотя сам процесс уже ослаблен.

Таким образом, вечная борьба теплых экваториальных и холодных полярных масс воздуха и соответствующих им океанских течений, как оказывается, несла за собою в прошлом длительные климатические изменения в соответствии с изменением лика Земли, ныне же борьба эта является причиной и кратковременных изменений погоды, которые, однако, имеют одну и ту же сущность.

ИСКУССТВО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛИМАТОВ

Проф. факультета точных наук в Нанси Тулет когда-то сказал: „Нет ничего невероятного в том, если непрерывная работа коралловых моллюсков со временем перехватит в узком проливе Флориды течение Гольфстрима, заставит всю массу теплой воды отклониться от своего пути, направит его на юг и, таким образом, нарушит европейское климатическое равновесие“.

Гипотеза Тулета имела в виду десятки веков неуловимой работы микроскопических существ, создающих кораллы. Основываясь на этой мысли, талантливый французский писатель Жак Тудуз в своем фантастическом романе „Человек, который украл Гольфстрим“ вывел ученого Жироля, открывшего способ ускорять рост моллюсков до такой степени, что в один прекрасный летний день они отрезали путь Гольфстрима на север. В результате получилась мировая катастрофа: „В четыре часа дня 5 июля внезапно распространился холод как бы от начиненной морозом бомбы. И с того памятного дня он усилился много раз В Роттердаме, в Глазго, в Брюсселе, в Лондоне, в Париже температура падала все ниже и ниже. Огромный град и снежные бураны опустошили Бельгию, Англию и Францию. От снежных заносов прекратилось движение поездов... На протяжении сотни квадратных лье за несколько часов погибли хлебные поля, виноградники и фруктовые деревья. Из больших городов умеренной полосы, по кабелю, радиотелефону несся поток известий; ему вторили зловещие телеграммы с юга — из Барселоны, Мадрида, Лиссабона, Танжера, Феца: последние жаловались не на внезапный холод, а на столь же внезапную и небывалую жару... Холод, опустошение, гибель полей, садов, виноградников, лесов и парков... Смерть животных, застигнутых морозом на пастбищах, людей, замерзших в полях... Общая паника охватила народы, их правительства и смущенных людей науки“ (стр. 22 русск. перев. в изд. „Молодой гвардии“).

„Шел уже седьмой день небывалого кризиса, разразившегося над миром. Температура окончательно установилась ниже нуля. С каким-то страшным постоянством мороз держался на всем западе европейского континента, по всему побережью северной Атлантики. К концу третьего дня сообщение между городами и деревнями было прервано. От поездов и автомобилей пришлось

отказаться окончательно. Подвоз съестных припасов внезапно прекратился... Паника охватила города, местечки, села и деревни; черная зараза тоски и томительного ожидания прошла по Европе. В эти часы всеобщего замешательства материальные скорби и мистические страхи выбрасывали толпу на улицы; народ из деревень бежал, наводняя ближайшие города... Колокольный звон не прекращался; церкви, мечети и синагоги были полны молящимися. На перекрестках кричали импровизированные пророки, возвещавшие всеобщее разрушение, гибель мира от холода и скорое пришествие Мессии ...“ (стр. 40).

Далее изображаются ужасы путников, застигнутых внезапной климатической переменой во время плавания в открытом океане — появление грандиозных айсбергов, мчащихся к югу вместе с холодными течениями, стада моржей, мигрирующих к берегам Европы ...

Жак Тудуз несомненно увлекается, но все же, как это мы видели на примере климатической пертурбации в Атакаме (стр. 264), он не так уже далек от правды, решая вопрос, что было бы, если бы удалось мгновенно отвести Гольфстрим к югу, дав возможность беспрепятственного проникновения из Арктики Лабрадорскому, Шпицбергенскому и другим холодным течениям. Американские инженеры давно уже ломали голову над вопросом максимального использования Гольфстрима для Соединенных Штатов. С точки зрения американца Гольфстрим, поворачивая у мыса Гаттераса от берегов Нового Света к Европе, „делает преступление против Америки“. В 1900 г. инженер Слюпер представил проект „возвращения Гольфстрима на родину“ к берегам Америки. В 1912 г. в сенат был внесен билль, испрашивавший разрешение на постройку плотины от 75 до 150 м высотою и 400 км длиною, с целью преградить путь Гольфстриму, используя его исключительно для Соединенных Штатов. Самый последний проект, опубликованный несколько лет тому

назад, заключается в следующем: от полуострова Флориды к острову Куба протягивается барьер 250 км длиною, 500 м высотою и 50 м шириною, а в начале полуострова прорывается канал, через который пропускаются воды Гольфстрима, от Нью-Фаундленда же протягивается в Атлантический океан длинный мол, долженствующий отклонить холодное Лабрадорское течение и преградить путь Гольфстрима в Европу.

Однако, все проекты такого рода упираются в необходимость колоссальных расходов и небывалого напряжения технических средств, и потому в настоящее время неосуществимы, а пока американские ученые занимаются изучением Гольфстрима и температура его тщательно измеряется самописцами на постоянно курсирующем судне между Нью-Иорком и Бермудскими островами, лежащими в области самого течения и обладающими вечнозеленой растительностью, несмотря на свое положение вне тропиков.

Грандиозные проекты американцев не давали покоя и нашему инженеру Авдееву, который тоже выступил с проектом закрытия плотиною пролива Карских ворот, предполагая преградить этим выход холодному течению из Карского моря, что должно, по его мнению, помочь теплой ветви Гольфстрима беспрепятственно достичь берегов Новой Земли, и тогда Гольфстрим, обогнув мыс Желания на северной оконечности острова, пойдет к берегам Сибири („Вечерн. Красн. Газета" № 134 — 1932 г.)

Этот проект основывался просто на незнании условий распределения течений в Баренцовом море. Теплая ветвь Гольфстрима и без того идет вдоль Новой Земли до мыса Желания. Холодное течение из Карского моря не мешает этому и даже пропускает часть теплого течения в Карские ворота. Здесь не учитывается то обстоятельство, что у мыса Желания воды Гольфстрима уже сами по себе настолько ослаблены, что рассчиты-

вать на значительное тепловое действие их для Сибири не приходится вне зависимости от каких бы то ни было других препятствий.

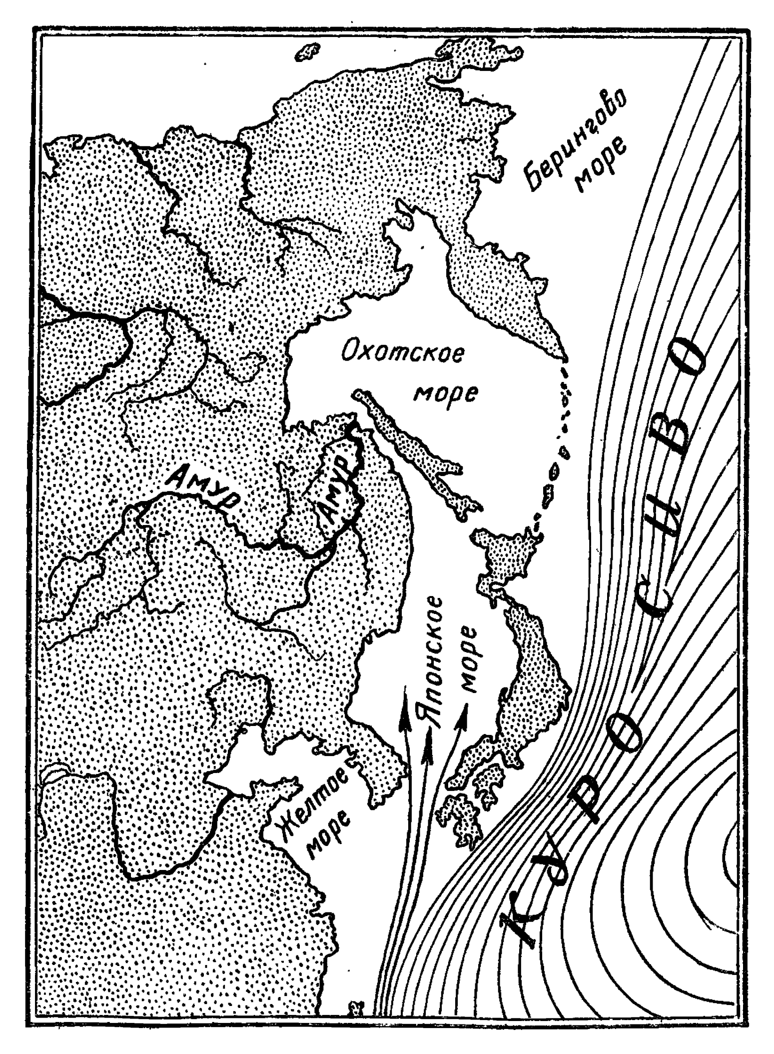


Рис. 119. Теплое тихоокеанское течение Куро-Сиво.

Но, кроме „печки Европы", существует такая же „печка Азии" — это течение Куро-Сиво, подобное Гольфстриму, но в Тихом океане, благодетельствующее Южному Китаю и Японии. Однако, от берегов Японии Куро-Сиво отклоняется от Азии к Америке, и потому-то Сахалин и Камчатка имеют невзрачный климат. Последнее время и наши инженеры стали обсуждать возможность использования Куро-Сиво для улучшения климата Дальневосточного побережья, Камчатки и Сахалина. Так, инженер Воронин разработал проект соединения дамбой через Берингов пролив Азии с Америкой и продления через эту дамбу нашего великого Сибирского железнодорожного пути в Америку через Аляску. Эта дамба, протяжением 80 км, используя острова и мели в Беринговом проливе, не представляет сама по себе ничего химерического; по мысли Воронина, она должна будет преградить путь холодному течению из Арктики через Берингов пролив, вследствие чего струи теплой воды от Куро-Сиво станут проникать дальше на север и улучшат климат нашего побережья, а также Сахалина и Камчатки. Появился и еще один проект, правда, менее убедительный,— соединения дамбой Сахалина с берегом, через Татарский пролив, которая, преграждая путь холодному течению из Охотского моря, даст тем самым проникать сюда теплому течению от Японии.

Наконец, недавно геофизик Дальневосточного геофизического института П. И. Колосков тоже теоретически стал на путь мелиорации климата. Его проект сводился к тому, чтобы дать водам Амура иной выход к морю, чем он имеет теперь. Изыскания Колоскова привели его к выводу, что в прежнее время река Амур вместо существующего теперь выхода в море у Николаевска имела три других: 1) от г. Хабаровска через озеро Нанка в залив Петра Первого, 2) в нижнем течении Амура

через озеро Кизи в залив Де-Кастри и 3) через озера Эврон и Чукчагирское в Тугурский залив. Восстановление этих выходов не встретит больших технических затруднений и потребует сравнительно немного времени и средств, но должно сильно сказаться на изменении течений Японского и Охотского морей. В виду того, что в Амурский лиман будет вливаться меньше воды, чем прежде, воды Японского моря смогут беспрепятственно проникать через Татарский пролив в Охотское море, вследствие чего образуется непрерывное теплое течение из Корейского пролива в Охотское море. В результате этого изменения у нас на Дальнем Востоке наступит повышение температуры воздуха и смещение годового максимума осадков с лета на весну, вместе с некоторым их увеличением.

П. И. Колосков правильно замечает, что „всякое изменение климата, вызываемое сознательной волей человека, может явиться непосредственным следствием только перераспределения энергии (например, тепла) и материи (воздуха, влаги), но никак не появления их вновь". („Изв. Дальневост. геофизич. инстит.", I (VII), 1931). Отсюда естественный вывод, что потепление в одном месте должно вызвать похолодание в другом, где именно — необходимо выяснить, как правильно замечает Е. И. Тихомиров, до осуществления проекта.

По мнению Л. Ф. Рудовица, в этом проекте не учтены приливо-отливные течения в Амурском лимане и действие ветров. Высота приливов в Охотском море выше, чем в Татарском проливе, и воды Охотского моря устремятся на юг, тем более, что вход для них здесь шире, чем южная часть Татарского пролива.

Слабым оказывается поэтому проект инженера Воронина, оставляющего ту же сторону дела совершенно без внимания. Преградить путь холодному течению из Берингова пролива — это, ведь, не значит ликвидировать это

холодное течение, если оно существует. Оно должно тогда куда-то направиться. Однако, решительный удар этому проекту наносят изыскания последней нашей экспедиции в Тихий океан. Тральщик экспедиции „Дальневосточник“ сделал ряд гидрологических разрезов в различных частях Берингова моря. Перед входом в пролив, в самом проливе и позади его, в Ледовитом океане были произведены разрезы от наших берегов до американских, с шестью суточными станциями, во время которых судно, стоя на якоре, производило тщательные наблюдения над течениями при помощи самых точных инструментов. Этим способом было установлено, что течение направляется из Берингова моря в Ледовитый океан, а не обратно, как раньше предполагалось. Следовательно, течение Куро-Сиво уклоняется к берегам Америки вне какой бы то ни было зависимости от течения в Беринговом море. Этот пример лучше всего показывает, как нужно быть осторожным со всякого рода грандиозными проектами. „Семь раз отмерь, а один — отрежь“, говорит русская пословица. Несомненно, всестороннее и тщательное обследование и изучение должно предшествовать приведению в исполнение грандиозных проектов, сулящих заманчивые перспективы. Но мысль человеческая не остановится, конечно, ни перед какими препятствиями, и, несомненно, близок тот день, когда человечество овладеет искусством „мелиорации климатов“, т. е. перераспределения и улучшения климатических условий, и это будет еще одной из величайших побед техники над природой.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ
ПОГОДА И ЧЕЛОВЕК

МОЖЕТ ЛИ ЧЕЛОВЕК ДЕЛАТЬ ПОГОДУ?

Если очень важно уметь предсказать погоду, то куда же лучше было бы и не нуждаться ни в каких предсказаниях, а прямо делать ту погоду, какая нам нужна! Возникли бы, пожалуй, и затруднения, если одному нужна одна погода, другому — другая; но конечно, речь идет не о том, чтобы каждый делал себе „свою" погоду, а о том, чтобы можно было влиять на погоду в интересах хозяйства страны или в отдельных случаях предотвращать вредные ее влияния. Заставить пойти дождь после долгой засухи; заставить перестать дождь, который идет слишком упорно; рассеять градовую тучу, угрожающую полям, или туман, мешающий авиатору рассмотреть местность, — даже в небольшом масштабе такое воздействие на погоду могло бы дать весьма важные результаты.

Попытки влиять на погоду в древности были не менее, если не более распространены, чем наблюдения над погодой; тогда они и проявлялись так, как это естественно на сравнительно низком уровне культуры населения. Средства воздействия на погоду проистекали из самых нелепых, с нашей точки зрения, суеверий и религиозных предрассудков. Во многих местах подобные суеверия живы и до сих пор. В Китае при длительной засухе с подобающей торжественностью колотят

изображение дракона, который олицетворяет злые силы природы. В Греции и Югославии при засухе посылают детей маршировать вокруг колодцев и источников, причем впереди идет девочка, вся украшенная цветами; они заходят во все дворы, и всюду хозяйка дома обрызгивает девочку водой, а она поет особые песни о дожде.

Чтоб остановить дождь, у некоторых народов кладут на землю раскаленные камни; у других приглашают для прекращения дождя особого колдуна, и пока он проделывает свои заклинания и обряды, никто не имеет права ни мыться, ни пить. В Сиаме снимают крыши с храмов, чтоб боги скорее остановили дождь,— иначе им ведь самим придется мокнуть!

В 1893 году в Сицилии была страшная засуха, и когда все молебны и просьбы к святым ни к чему не привели, крестьяне решили расправиться с ними. В Палермо вытащили статую св. Иосифа в один из садов, совершенно высохших от зноя, и обещали оставить его там на солнце, пока не пойдет дождь. Изображения святых поставили носом в угол, как непослушных детей. У Михаила Архангела оторвали золотые крылья и одели его в рогожу, а св. Анджело угрожали повесить. „Дождя — или на веревку!“ — вопили разъяренные крестьяне...

В средине века твердо верили, что шум разгоняет градовые тучи, и при приближении грозы звонили в колокола. На многих средневековых колоколах сохранились надписи, свидетельствующие об этом. Одна из них, знаменитая „Vivos voco, mortuos plango, fulgura frango“,[1] взята Шиллером как эпиграф к поэме „Песня о колоколе“.

МОЖНО ЛИ В ЗАСУХУ СДЕЛАТЬ ДОЖДЬ?

Мы не собираемся обращаться за дождем ни к богам, ни к сверхъестественным силам. Наука располагает сей-

[1] Живых созываю, мертвых оплакиваю, молнии разбиваю!

час такими мощными средствами, какие не снились не только в средние века, но еще и сравнительно недавно. Техника работает с громадными запасами энергии; в лабораториях достигнуты и крайне низкие, и крайне высокие температуры; в аэродинамических трубах соз-



Рис. 120. Колдун в Сибири „вызывает дождь“.

дается ветер, близкий к урагану; удалось воспроизвести молнию, даже шаровую. Погода управляется теми же физическими законами. Быть может, настало время применить эти научные достижения к воздействию на погоду?

Принципиально между явлениями в лаборатории и в природе нет существенных различий. Все дело здесь — в масштабе.

В лаборатории не трудно и получить, и вновь испарить маленькое облако, получить искусственный ветер, электрические разряды и т. п. Но когда мы выходим

в свободную атмосферу, тут мы сталкиваемся с силами совсем иного порядка.

Возьмем очень скромную площадь—100 кв. м—и прикинем, какая нужна энергия, чтоб на эту площадь получить дождь в 1 мм. Не трудно подсчитать, что количество воды высотой в 1 мм на площадь в 100 кв. м весит 100 кг. Представим себе куб воздуха со стороной 10 м (1000 куб. м). Если этот воздух насыщен водяными парами, вода в нем может весить примерно около 5 кг. Количество тепла, освобождающееся при выделении этого количества паров в жидком виде, при переводе в единицы работы, составит около 5 лошадиных сило-часов. Значит, чтоб получить наши 100 кг воды, нужно было бы затратить примерно 100 сило-часов. Это величина хотя и почтенная, но вполне достижимая для человека. Не забудем однако, что мы собрались орошать площадь в 100 кв. м, т. е. площадь крошечного садика или огородика. Если же возьмем поле в 1 кв. км, то понадобится уже миллион сило-часов; тут уже есть над чем задуматься.

С какой стороны ни подойдем к вопросу об искусственном создании дождя, мы наталкиваемся на препятствие в виде закона сохранения энергии. Было, например, предложение такого рода: так как в природе осадки вызываются охлаждением воздуха при подъеме его вверх, то построить трубу и прогонять через нее воздух в вертикальном направлении. Мы, конечно, знаем, что в лаборатории можно прогонять воздух через трубы в любом направлении. Но при подсчетах оказалось, что для получения дождя надо построить трубу не менее 500 м высотой! А силы, которые необходимо затратить при этом для получения дождя, полезного для полей, измерялись бы десятками миллионов лошадиных сил...

Нельзя ли применить „охлаждение от нагревания" и заставить воздух подняться кверху, нагревая его у земной поверхности? Подсчет показывает, что для полу-

чения таким путем 12 мм дождя на $2^1/_2$ кв. км (средний дождь и сравнительно очень небольшая площадь), надо бы было сжечь 6400 т угля. Да еще не вся вода дойдет до земли: часть ее испарится по пути.

А если поставить на пути ветра ледяные барьеры, чтобы получить воду путем охлаждения воздуха, или просто преграду в виде земляного вала, чтобы, поднимаясь, воздух на высоте выделил влагу, как это бывает, когда ветер налетает на горный хребет? Ясно и без расчетов, что преграды должны быть порядка горных хребтов, и стоимость их возведения превысила бы все убытки от засухи. С точки зрения практики, многое теоретически возможное нужно назвать невозможным" тогда, когда его достижение требует затраты несообразно больших средств.

В Канаде, отдельные округа которой часто страдают от бездождья, был предложен способ вызвать дождь путем выливания жидкого воздуха с аэропланов. Идея сама по себе правильная, непонятно только, для чего поднимать воздух на аэроплане, когда можно получить ту же конденсацию влаги прямо у земной поверхности... Во всяком случае ясно, что для орошения целого округа понадобилось бы чудовищное количество жидкого воздуха

Последнее время много говорят еще об одном методе — сбрасывания с аэропланов на облака наэлектризованного песка. Это на тот случай, когда водяных паров в воздухе достаточно, но сгущения их не происходит из-за отсутствия „ядер конденсации". Однако, если облако уже налицо, какая нужна конденсация? Может быть, наэлектризованный песок может содействовать слиянию мелких капелек в крупные, которое имеет место, когда начинается дождь. Но не надо забывать того, что было сказано в главе об облаках: облако не есть что-либо постоянное, а лишь „место", где проявляется непрерывный процесс выделения паров в свободной атмосфере. В большей

части низких облаков запас воды ничтожен; а в непрерывных процессах, дающих облака большой мощности, дело идет о таких запасах энергии, к которым не могут приблизиться никакие искусственные средства.

ДОЖДЬ И ВОЙНА

— А все-таки,—скажет иной читатель,—есть исторические примеры, когда большие сражения кончались сильнейшими ливнями.

Многие убеждены, что стрельба из орудий и вызываемые ею сотрясения воздуха могут породить дождь. Нет ли в этом доли истины и не может ли энергия, развиваемая при современной стрельбе из больших орудий, нарушить равновесие атмосферы?

Любопытно, что еще задолго до изобретения пороха существовала вера в связь сражений с дождем. Еще во времена Плутарха утверждали, что дождь после битвы происходит от пота и крови воинов, вопиющей к небесам .. На самом же деле сражения, правда, нередко кончаются дождем, но по совсем иной причине: обычно они происходят летом, когда в средних широтах вообще часто бывает дождь. Кроме того, так как длительные периоды хорошей погоды балуют нас не часто, а наступление начинается обычно при благоприятной погоде, то нет ничего мудреного, что под конец она портится. Несомненно, что погода во время сражений и после них бывает именно та, какая должна быть в силу общих атмосферных условий, и это всякий может проверить по картам погоды в дни сражений. Однако, широкая публика предпочитает просто „оставаться при своем убеждении“. Опровергнуть его очень трудно: ведь нет возможности показать наглядно, что случилось бы, если бы не было стрельбы... Между тем очевидно, что воздействие стрельбы в общем того же порядка, как и в других методах, о которых мы говорили: влияние взрывов ничтожно; тепловое—исчезающе-

мало перед солнечной энергией; химическое—незначительно в сравнении даже с продуктами горения топлива, потребляемого в большом фабричном городе.

ГРАДОБОЙНЫЕ МОРТИРЫ

После средневекового колокольного звона, для разгона грозовых туч в позднейшее время стали применять

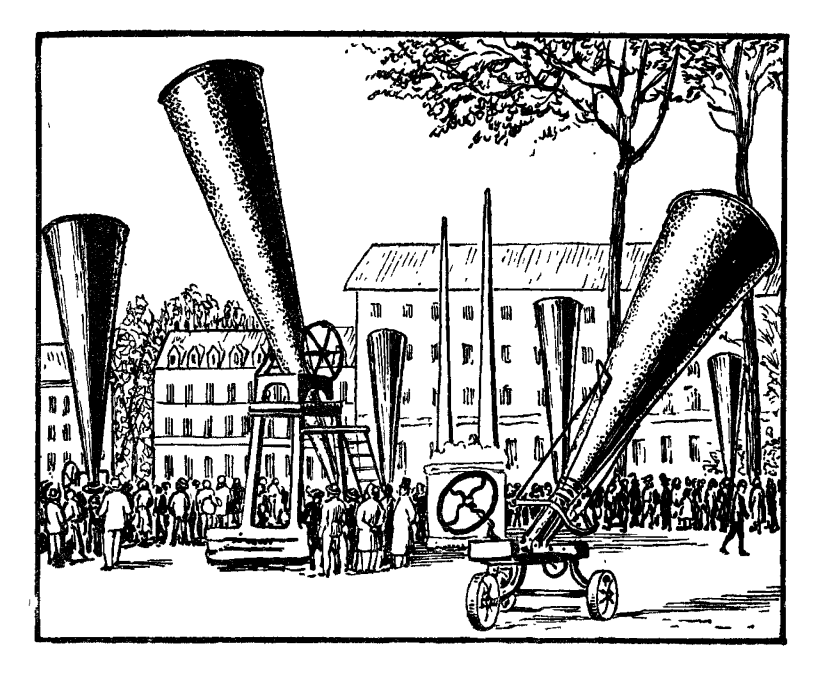


Рис. 121. Градобойные мортиры (со старинного рисунка).

стрельбу из особых „градобойных мортир". Полагали, что стрельба вверх из таких мортир предотвращает град. Но как вообще артиллерийская стрельба, так и эти мортиры не могут иметь ни малейшего влияния на погоду. К такому заключению пришли, однако, затратив очень много времени, сил и средств. По этому вопросу,

особенно остро стоявшему в конце прошлого века в винодельческих округах Западной Европы (да отчасти и у нас), имеется целая литература, велись ожесточенные споры,—но теперь эти мортиры окончательно преданы забвению.

РАССЕИВАНИЕ ТУМАНА

А более скромная, казалось бы, задача — рассеять туман на аэродроме, — разрешима ли она?

Тут задача обратная получению дождя: нужно заставить влагу, уже выделившуюся из воздуха, испариться. „Скромность“ этой задачи только кажущаяся: запасы энергии, которые надо затратить на это испарение, тоже превышают разумные возможности. Они несколько меньше, чем в случае дождя, потому что самое количество воды в слое тумана меньше, чем количество, нужное для орошения поля. Зато дело здесь осложняется тем, что капельки тумана находятся всегда в слабом горизонтальном движении. Не будь его, вернее, сопровождающих его вихревых движений, капельки под действием силы тяжести осели бы вниз.

Английский метеоролог Шоу вычислил, что для испарения тумана с аэродрома со сторонами в 350 м при высоте слоя тумана около 15 м, понадобилось бы не менее 12 т угля в час. Не более удачно обстоит дело и с применением электрических разрядов, хотя в лаборатории рассеивающее действие разряда на облако и подтверждается. Шоу не без иронии рассказывает об опытах известного физика Лоджа, который устроил на крыше своей лаборатории электрический разрядник для рассеивания тумана: единственный случай, когда он помог рассеять туман близ лаборатории, был тогда, когда туман исчез из окрестностей всего города..

Это, конечно, не значит, что вопрос о воздействии на погоду решается так безнадежно раз навсегда. *Пока*

в нашем распоряжении нет сколько-нибудь заметной доли запасов энергии, могущих соперничать с теми, какими распоряжается природа. Но открытия последних лет близко подходят к загадке строения атома; кто знает — может быть еще несколько шагов, и мы будем располагать грандиозными запасами внутриатомной энергии вещества?

ИНСТИТУТ ДОЖДЯ

Вопрос о воздействии на погоду, и в особенности — вопрос о том, чтоб вызвать дождь во время длительной засухи, настолько важен для хозяйства, что нужно все же всеми мерами стремиться подготовить пути к его разрешению. Физика работает над овладением запасами энергии; дело метеорологии — выяснить, как применить их для своих целей. Условия образования осадков, влияние на них атмосферного электричества далеко еще не изучены, и необходимо направить в эту область усилия специалистов. Для этой цели в последние годы у нас создан Институт искусственного дождя.

Институтом сделан целый ряд интересных работ и теоретических и экспериментальных (работы М. А. Аганина в Одессе; мощные электрические установки проф. В. Н. Оболенского в Лесотехнической академии в Ленинграде и др.) и напрягаются все усилия к тому, чтобы добиться возможности „повелевать дождями“. По мнению проф. Оболенского, уже в недалеком будущем мы можем ожидать принципиального разрешения проблемы и, может быть, практического осуществления некоторых частных задач. Он обращает внимание на то, что в некоторых случаях состояние атмосферы неустойчиво и сравнительно ничтожное, по количеству энергии, воздействие может нарушить равновесие, в частности, дать начало дождю.

У нас в СССР дело исследования столь важного вопроса в настоящее время поставлено достаточно научно и серьезно, без всяких афер и сенсаций. Внимание широкой общественности к этому вопросу гарантирует Институту дождя надлежащие условия для работы.

Основными задачами здесь являются: увеличение количества ядер конденсации в атмосфере и содействие слиянию более мелких капель в более крупные. С этой целью возможно применять и введение в воздух различных примесей, и воздействие на атмосферу ультрафиолетовыми лучами и электрическими разрядами. Прежде всего, конечно, необходимо в каждом случае исследовать различные слои атмосферы и выяснить состояние в них влажности; здесь как раз приходят на помощь аэрологические исследования. В ближайшее время институт предполагает поставить первые широкие опыты в полевых условиях. Проф. Оболенский пишет: „Возможны на первых порах неудачи, но это не должно останавливать научных работников. Проблема искусственного дождя разрешима и должна быть разрешена".

МЕТЕОРОЛОГИЯ В СССР

Значение метеорологии в приложениях ее к самым различным сторонам деятельности человека было понято уже очень давно, и организация сети метеорологических станций начата более ста лет назад. Но в дореволюционной России метеорологические наблюдения не охватывали в достаточной мере запросов жизни и сводились преимущественно к накоплению материала. Отдельные ученые использовали этот материал для своих исследований, но вели их по своей инициативе, без общего руководящего плана. Поэтому, хотя от прежнего времени мы имеем ряд больших и ценных работ, однако множество запросов практики оставалось без ответа. Да

и самые эти вопросы, конечно, не ставились так широко, как сейчас.

В настоящее время, в связи с нашим грандиозным строительством, подчиненным единому плану, к метеорологии предъявляются очень большие требования, и метеорологическая работа также подчинена плановому началу. Прежде всего, вся она, вместе с родственной ей гидрологией (изучающей водную оболочку нашей Земли), объединена во всесоюзную „Единую гидрометеорологическую службу“ (ЕГМС). Здесь уже нет места „самотеку“, — несогласованной, часто параллельной работе отдельных организаций, как было в прежнее время. Сейчас вся метеорологическая деятельность направляется Центральным управлением Единой гидрометеорологической службы, органами которого на местах являются управления отдельных республик или областей. Вся ЕГМС состоит в ведении наркомзема СССР, в виду той громадной роли, которую играет земледелие в хозяйстве нашей страны. Основным научным центром, вырабатывающим методику наблюдений и обработок, следящим за правильной постановкой дела на сети метеорологических станций и т. п., является Главная геофизическая обсерватория в Ленинграде с рядом отраслевых институтов в Слуцке (б. Павловске).

МЕТЕОРОЛОГИЯ В ПОМОЩЬ СТРОИТЕЛЬСТВУ

То, что ЕГМС находится в системе наркомзема, конечно не препятствует ей обслуживать все многообразные нужды других отраслей нашего хозяйства, вызванных к жизни социалистическим строительством. Нет, пожалуй, ни одного практического вопроса, — мы уже упоминали об этом во введении к этой книжке, — где можно было бы обойтись без сведений о погоде или климате, даже если оставить в стороне столь общее и важное дело предсказаний погоды.

В области транспорта: проектировка и эксплоатация железных и грунтовых дорог, водных и воздушных путей; вопросы перевозки скоропортящихся грузов при различных условиях погоды; вопросы видимости сигналов, ограждающих безопасность движения (для этого надо знать прозрачность воздуха в зависимости от различных метеорологических данных), вопросы борьбы со снежными заносами, размывами и т. п.

В области строительства сооружений: вопросы прочности построек, влияния на них климатических условий; вопросы освещенности, вопросы планировки, в зависимости, например, от направления ветра: строящийся рабочий поселок необходимо расположить так, чтоб на него не шел дым соседних заводов; вопросы, связанные с изучением вечной мерзлоты почвы.

В области связи: влияние различных состояний воздуха на передачу радиосигналов; влияние магнитных бурь на телеграфную связь; исследование распространения радиоволн.

В области горной промышленности: разведка залегания различных руд и нефти помощью методов, связанных с исследованием состояния магнитного и электрического поля земли.

В области здравоохранения: исследование климата курортов; исследование солнечной радиации; вопросы запыленности воздуха; изучение воздействия различных элементов погоды на здоровый и больной организм.

В области энергетики: вопросы использования запасов энергии от ветра, солнца, воды и учет этих запасов (ветровой, солнечный, водный кадастр) на территории страны — и т. д.

Перечислить все многообразные приложения метеорологии нет возможности. Мы еще не упоминали о важнейшей области приложений — в деле обороны страны; их разрабатывает специальное Бюро военной метеоро-

логии при Главной геофизической обсерватории. Особняком стоит и земледелие: здесь роль метеорологии особенно разнообразна и ответственна. В системе ГГО имеется специальный Институт агрометеорологии, и сейчас редкий совхоз или МТС не имеет своей метеорологической станции или по крайней мере не пользуется метеорологическими данными соседних станций.

МЕТЕОРОЛОГИЯ И ПЯТИЛЕТКА

Все метеорологические работы ведутся у нас в значительно более широких масштабах, чем в дореволюционное время, — чем это вообще возможно в капиталистических странах с противоречивыми интересами отдельных собственников. Подчинение всей страны единому плану в интересах общего целого, предъявляя к метеорологии, как и к другим наукам, определенные требования, открывает ей в то же время обширные возможности. Составляя свой план в масштабе всего Союза, ЕГМС отвечает на различные запросы строительства и сама намечает ряд задач, которые будут стоять на очереди в ближайшем будущем.

Из ряда запросов строительства можно указать на только что законченный и открытый северный участок Беломорско-Балтийского водного пути, соединивший Белое море с Онежским озером через бассейн озера Выг в Карелии. При производстве этой гигантской работы, для изучения гидрологического режима озера Выг была организована специальная сеть гидрометеорологических станций. Здесь мы имеем наглядный пример изменения рукою человека всего географического ландшафта данной территории и, в частности, гидрологических и климатических условий этого края, как составных элементов общего географического ландшафта северной Карелии. В самом деле, воздвигнутой техническими усилиями преградой (мощная плотина у с. Надвойцы) водоем озера

Выг увеличился более чем вдвое, затопив окрестные берега и возвысившись против прежнего „векового" уровня до 5 м, в результате чего сток озера по реке Нижнему Выгу в Белое море прекратился, и эта порожистая и богатая „падунами" (водопадами) и потому раньше никогда не замерзавшая на всем своем протяжении река впервые вся покрылась льдом в зиму 1932—33 г., а озеро, увеличившись в размерах, несомненно окажет теперь влияние на местные климатические условия, и прежние сроки ледостава, вскрытия и очищения ото льда озера будут уже иными по сравнению с прежними — „бытовыми" условиями.

Вот почему сеть гидрометеорологических станций Беломорско-Балтийского водного пути будет продолжать функционировать и далее, в целях углубленного изучения новых условий, в которых оказался район озера Выг.

Из проблем второй пятилетки назовем еще следующие: 1) „Большая Волга", которая также требует собрания целого ряда метеорологических данных и ставит в порядок дня вопрос о том, изменятся ли и насколько климатические условия в бассейне Волги в результате намечаемых технических работ; 2) проблема освоения необжитых территорий, в том числе освоения Севера, для чего расширяются и углубляются работы метеорологических станций нашей Арктики, а в 1933 г. СССР принял горячее участие в так называемом „Международном полярном годе", т. е. включился в экстраординарные экспедиционные и стационарные наблюдения, организованные в международном масштабе; 3) проблема исследования засухи и суховеев на юго-востоке Союза и возможности борьбы с ними; 4) проблема расширения границ различных сельскохозяйственных культур, 5) проблема всестороннего обслуживания воздушного флота; 6) проблема завоевания стратосферы — и множество других.

К каким бы работам мы ни обратились — всегда для правильной постановки их необходимо знание климатических и погодных условий, в которых они будут протекать. В связи с этим, в плане второй пятилетки вопросам единой гидрометеорологической службы отведено подобающее место.

Вот еще ряд конкретных примеров, где метеорология оказывала помощь в различных вопросах строительства.

При заложении нефтепроводов были затребованы из обсерватории исчерпывающие данные о температуре почвы на различных глубинах: глубина заложения и диаметр труб тесно связаны с температурой почвы, поскольку от нее зависит степень вязкости нефти.

Северо-Кавказское отделение „Котлотурбины“ сообщило, что использованные им климатологические данные позволили при проектировании рабочего поселка „Сельмашстроя“ сэкономить 10% стоимости зданий; эти же данные позволили строить котельную без резерва, что дало экономию в стоимости станций до 15%, или около 15 000 рублей.

На основании работ по актинометрии, на ряде южных курортов введена дозировка солнечных ванн и вообще дело солнцелечения поставлено на научную почву, а не проводится ощупью, как до сих пор.

Институтом норм и стандартов строительной промышленности на основании данных, предоставленных ему Главной геофизической обсерваторией, издана брошюра „Таблицы климатических данных и температур для теплотехнических расчетов“.

Наркомтруд положил полученные из обсерватории климатические данные в основу норм труда на открытом воздухе в Восточной Сибири.

При борьбе с луговым мотыльком (вредитель сахарной свеклы) были затребованы данные о повторяемости осадков и сильных ветров, потому что при этих

условиях погоды опыление серой и другими веществами не дает должных результатов.

Таких примеров можно привести сотни: за один только 1932 год число запросов практического характера, обращенных в один только Институт климатологии ГГО,

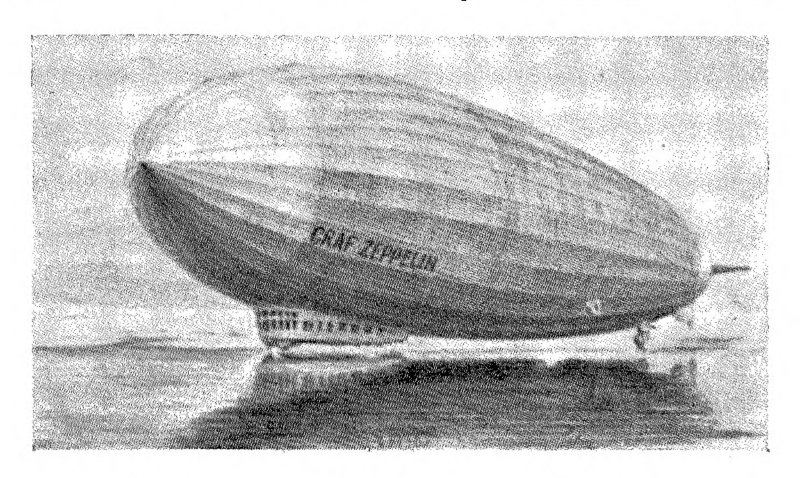


Рис. 122. Предварительный полет дирижабля „Цеппелин LZ – 127“ в Арктику в августе 1931 г. Цеппелин над водой в бухте „Тихая“.

было более 250, и они растут с каждым годом. А какое количество запросов подобного рода удовлетворяют и местные учреждения ЕГМС! Тут уж трудно сказать, что метеорология — скучная, сухая наука, оторванная от жизни.

ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПОЛЯРНЫЙ ГОД

Из того, что было сказано о предсказаниях погоды, видно, какое значение имеет состояние атмосферы в полярных странах для погоды умеренных широт. Об этом догадывались уже давно, и пятьдесят лет тому назад соединенными усилиями ряда государств был проведен первый Международный полярный год (1882 — 1883),

т. е. организованы различные исследования в Арктике, давшие много ценных результатов. С тех пор и методы метеорологических и гидрологических исследований и техника арктических путешествий настолько ушли вперед, что представлялось целесообразным повторить „полярный год“ соединенными усилиями наиболее заинтересованных стран; для этого намечен был период с августа 1932 г. по август 1933 г.; далее решено было продлить его и до января 1934 г. Председателем Международного комитета по проведению Второго международного полярного года (2 МПГ) является проф. Лакур, директор Копенгагенского метеорологического института, неоднократно приезжавший в СССР, поскольку именно СССР играет в этом международном начинании очень видную роль. Нами устроено вновь или расширено в связи со специальными задачами 2МПГ более 90 метеорологических станций. Из них 9 имеют значение обсерваторий и ведут наблюдения по широкой программе, включая и аэрологические наблюдения, а четыре (Матшар, Земля Франца-Иосифа, Полярное и М. Челюскин)—и магнитные определения.

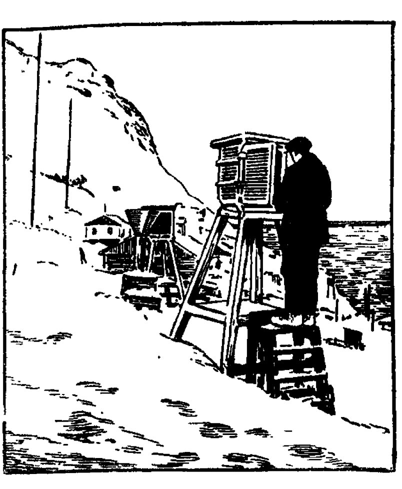


Рис. 123. Полярная метеорологическая станция.

Кроме постоянных станций, большие научные работы велись и во время экспедиций в полярный бассейн, из которых особенную известность приобрел поход „Сибирякова“, имевший и решающее практическое значение — доказательство возможности пройти в одну навигацию

Северо-Восточным проходом. Зимой 1933/34 года был предпринят ряд новых экспедиций.

Наряду с полярными станциями, в связи с 2МПГ организованы многочисленные высокогорные станции, ведущие во время 2МПГ наблюдения по особой программе. У нас в СССР нужно особенно отметить самую высокую Тянь-Шанскую станцию (3600 м н.у.м.), станцию на Эльбрусе (3300 м), на Мамисонском перевале (3000 м), на Алагезе в Армении, на Казбеке, станции на Урале, на Алтае, наконец, станцию в Хибинах (760 м), не такую высокую, но интересную в силу близости к столь важному в хозяйственном отношении району апатитов. Для исследования высоких слоев атмосферы не только на наших, но и на заграничных станциях применяются советские приборы (радиозонды) конструкции П. А. Молчанова.

Результаты наблюдений 2МПГ будут опубликованы в специальных изданиях; на органы нашей ЕГМС во второй пятилетке ложится большая и ответственная задача обработки всех данных, полученных нашими станциями, и приведение полученных выводов в приложимую к практике форму. Для нас наблюдения в полярных странах имеют особо важное значение и как научная основа для разрешения вопросов, связанных с задачами освоения Севера.

Предварительные сведения, имеющиеся по нашим станциям, дают возможность сказать, что большинство наших арктических наблюдателей выполнило свое дело с честью. На земле Франца-Иосифа, на Маточкином Шаре (Нов. Земля), в С. Полярном произведены высокие зондирования помощью радиозондов, получены фотографии облаков, исследован ветер на высоте, получен ряд сведений о распространении радиоволн, о радиации солнечного и небесного свода, об интенсивности северных сияний и др. Работа полярных обсерваторий будет

продолжаться и далее, после окончания программы 2МПГ; среди нашей молодежи много энтузиастов-полярников, которые внесли и внесут много ценного в науку об атмосфере.



Рис. 124. Проф. Самойлович, проф. Молчанов и д-р Эккенер в окне гондолы дирижабля „Гр. Цеппелин" перед полетом в Арктику.

ОТОПЛЕНИЕ САДОВ

Кому не известно, что во фруктовых садах во время цветения деревьев разводят костры, если есть основания ожидать „утренника?" Этот способ борьбы с заморозками известен издавна; считалось, что дым от костров, подобно облакам, препятствует лучеиспусканию земной поверхности и тем самым устраняет опасность обморожения завязей. Но в последнее время для обогревания садов применяются более мощные технические средства в виде специальных горелок, в большом количестве расставляемых среди деревьев. Здесь мы имеем дело уже не с влиянием дыма (полагают, что дым даже вреден для растений), а с прямым „отоплением" нижнего слоя воздуха и нагреванием его выше опасной точки. (Воздух нагревается таким путем на 3 — 4°.) Такие горелки при-

меняются в широких размерах в знаменитых фруктовых садах Калифорнии, а также и у нас в СССР в больших плодово-ягодных хозяйствах. Особенное значение приобретают эти методы в связи с поставленной сейчас на очередь проблемой наших субтропиков (Черноморское побережье), где все в больших размерах развивается культура различных ценных растений: чая, высоких сортов табака, т. наз. цитрусов — апельсинов, лимонов, мандаринов и др. Проблема борьбы с заморозками, от которых не свободны наши субтропики, — одна из важных проблем в поле зрения советских климатологов.

ЧТО МОЖЕТ КАЖДЫЙ СДЕЛАТЬ В МЕТЕОРОЛОГИИ

Многие любители метеорологии, ведущие очень аккуратные наблюдения по самодельным приборам, бывают разочарованы, когда пошлют такие наблюдения в центральные метеорологические учреждения и получают ответ, что использовать их нельзя.

Кто действительно интересуется метеорологией, тому лично для себя могут доставить немалое удовлетворение записи изо дня в день различных метеорологических элементов и явлений погоды, особенно, если вести их несколько лет подряд в одном и том же месте. Иногда такие наблюдения могут помочь выяснить местные признаки для предсказания погоды, выявить некоторые черты климата. Для молодежи интересно и полезно наблюдать то, с чем приходится сталкиваться ежеминутно, — погоду во всех ее проявлениях. Из многих любителей, серьезно относившихся к делу, вышли большие ученые.

Есть притом ряд областей метеорологии, где работа всех, кто живо интересуется этим делом, может оказать науке прямо-таки незаменимые услуги. Какие-нибудь особенные явления — град, вихрь, ураган, ливень и т. п. — захватывают иногда такую узкую полосу, что одни офи-

циальные станции не всегда могут их отметить; всякие сведения с мест, правильные и подробные, имеют здесь большое значение. Очень интересны зарисовки, а еще лучше — снимки кругов около солнца, зарисовки полярных сияний, снимки облаков, особенно в связи с погодой, которая наблюдалась после тех или иных облаков, после перехода одних их видов в другие и т. п. Наблюдения над туманами, инеем, гололедицей, росой, заморозками также могут дать много ценных результатов.

Есть и несколько более сложные наблюдения, однако, вполне доступные любителю; как пример, укажем измерения венцов вокруг светил, на основании которых можно определить размер капелек воды в тумане или облаке, вопрос очень важный и для теории, и для практики.[1]

Всякие указания в этом направлении на то, что нужно делать и как делать, чтоб наблюдения принесли наибольшую пользу, могут дать и Главная геофизическая обсерватория, и местные метеорологические центры, и краеведческие организации. Такие наблюдения без приборов даже в большей степени доступны широкой массе, чем официальным станциям, недостаточно густо расположенным в каждой местности и притом перегруженным своей текущей работой. Организованное сотрудничество „присяжных метеорологов" и искренно преданных делу любителей может очень подвинуть вперед разрешение многих задач метеорологии.

---

[1] Статья Н. Н. Калитина в журнале „Климат и погода", издаваемом Гл. геофиз. обсерваторией, за 1925 г. В этом журнале любители могут найти много интересных указаний.

ВПЕРЕД И ВЫШЕ!

30 января 1934 года на стратостате „Осоавиахим 1“ из Москвы в 9 ч. утра поднялись три отважных исследователя — пилот П. Ф. Федосеенко, инженер А. Б. Васенко, комсомолец — научный работник И. Д. Усыскин.

Целью этого полета было научное исследование стратосферы, овладение которой столь важно для нашего воздушного транспорта. Воздухоплаватели имели с собою ряд научных приборов, в том числе специальные аппараты для изучения космических лучей.

Стратостат поднялся в воздух в 9 ч. утра и быстро пошел вверх. Радиостанция его сообщала все время на землю отсчеты температуры и давления и достигнутую высоту. С земли непосредственно следить за полетом было нельзя в виду облачной погоды, но радиосвязь поддерживалась непрерывно. Уже в 10 ч. 14 м. была достигнута высота 19 км, откуда экипаж стратостата по радио послал привет ЦК партии во главе с т. Сталиным. В 11 ч. 42 м. стратостат поднялся на высоту 20 600 м и, послав привет XVII Съезду партии, экипаж сообщил, что стратостат идет на снижение. В 11 ч. 59 м. со стратостата было получено радио, что временно прием и передача прекращены для включения патронов, поглощающих углекислоту. Однако после перерыва никаких сигналов со стратостата не было слышно, и на

повторные радиограммы с земли ответа не было. Невольно возникла тревога за судьбу воздухоплавателей. До поздней ночи 30 января никаких сведений о них не



П. Ф. Федосеенко, рабочий модельщик, еще двадцатилетним юношей боролся в рядах Красной армии. Совершил ряд полетов на свободных шарах; в последние годы работал инженером-конструктором по дирижаблестроению. Активный работник Осоавиахима.

было. И лишь ночью в Москве было получено печальное известие о падении гондолы близ ст. Кадошкино Моск.-Каз. ж. д., причем все три отважных исследователя погибли.

Причиной аварии, по заключению авторитетной комиссии, немедленно выехавшей на место катастрофы, было то, что с высоты 12 км стратостат начал быстро падать вниз; чрезмерная скорость вызвала разрыв части строп и нарушение равновесия всей системы, в итоге чего оторвавшаяся от оболочки гондола в 16 ч. 23 м. с силой ударилась о землю.

Еще до 16 ч. 07 м. воздухоплаватели вели записи в журнале, сохранившемся при катастрофе, и повидимому имели полную уверенность в благополучном спуске, о чем свидетельствует бодрый тон журнала; последняя запись относится к 16 ч. 10 м. и кончается проведенной карандашом чертой, как бы от толчка или удара. Это очевидно и был момент начала катастрофы. Через 13 минут, судя по часам, найденным на трупе инж. А. Б. Васенко и остановившимся в момент удара, последовало падение на землю, вызвавшее гибель и всех трех исследователей, и научной аппаратуры.

Тела погибших были перевезены в Москву и после сожжения, по постановлению правительства, замурованы в Кремлевской стене наряду с прахом вождей, положивших жизнь за дело пролетарской революции.

Весь съезд партии во главе с т. Сталиным присутствовал на торжественных похоронах. Часть пути от здания ЦИКа, где до похорон стояли урны и где тысячи народу проходили, прощаясь с героями, и до стен Кремля урны несли Сталин, Молотов и Ворошилов. Этим было подчеркнуто значение дела завоевания стратосферы для всего Советского Союза, для его воздушного транспорта, для его обороны. „Они шли в стратосферу с одной волей, с одной мыслью: высоко держать честь и достоинство своей великой страны“ . . . сказал на похоронах тов. Эйдеман от Реввоенсовета СССР и Осоавиахима.

Наш известный публицист М. Кольцов писал в „Правде“ в небольшой, но полной чувства и подъема статье „Для истории“:



И. Д. Усыскин, сын рабочего, комсомолец. На фронте науки был одним из активнейших юных бойцов и, окончив Политехнический Институт в Ленинграде, деятельно работал под руководством академика Иоффе.

„... Прочти, будущий человек, тот, кто может быть через сто лет заглянет сюда, в пожелтевшие листы, старой „Правды“ времен второй пятилетки. Прочти и пере-

нищи для своего труда, для своей истории бесклассовой жизни...

„... Сталин, вождь партии, и его соратники пронесли и поставили у мавзолея великого Ленина прах трех молодых людей, молодых и отважных исследователей неизведанного мирового пространства...

... Миллионные толпы, празднуя триумф трех летчиков, скорбят об их гибели.

Славная победа. почетная смерть..."

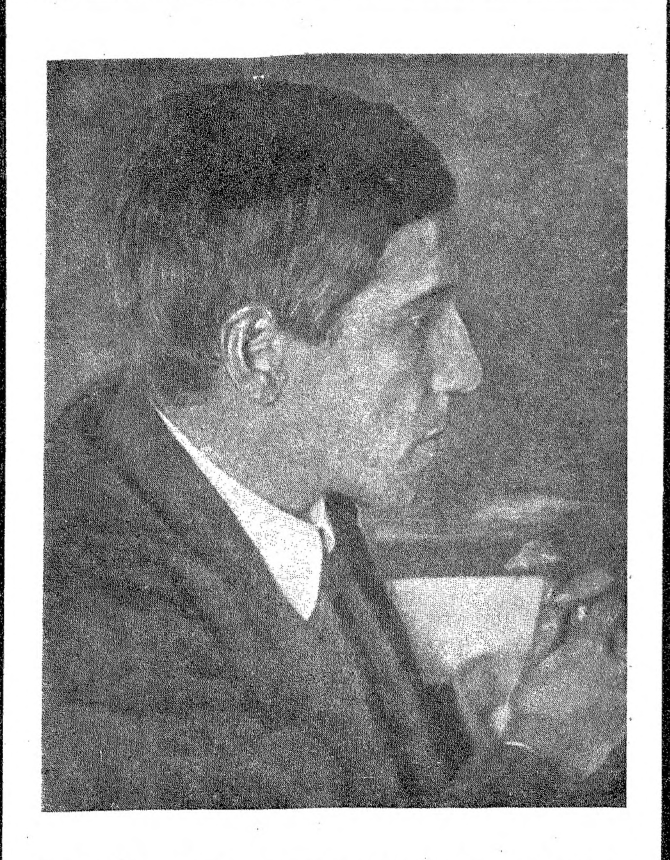
По записям журнала погибших героев, стратостатом была достигнута высота около 22 км, — почти на 3 км выше стратостата „СССР". Исследователями был проведен целый ряд научных наблюдений, большая часть которых однако погибла вместе с ними. Часть материала все же удастся обработать.

Постановлением правительства все три героя награждены высшей наградой — орденом Ленина.

Вся иностранная печать откликнулась на печальное событие.

Правительства различных стран прислали выражения соболезнования правительству СССР и родственникам погибших. Проф. Пикар и его спутники при полетах в стратосферу Косинс и Кинфер, американские летчики, ряд научных учреждений, — подчеркивая научное значение полета, выразили чувства скорби по поводу гибели стратостата и чувства восхищения подвигом трех советских ученых — „трех героев, наиболее приблизившихся к солнцу".

На предприятиях и в учреждениях в различных районах Москвы и Ленинграда и в других городах Союза состоялись траурные митинги памяти погибших исследователей. Центральный совет Осоавиахима постановил воздвигнуть на территории Московского центрального аэроклуба памятник товарищам Федосеенко, Васенко и Усыскину.



А. Б. Васенко, сын инженера и сам инженер-конструктор, с 19 лет вступил добровольцем в Красную армию; по окончании гражданской войны занимался научной работой в области авиации, в частности научными исследованиями атмосферы в Институте аэрологии ГГО, где проработал 4 года, одновременно работал в активе Осоавиахима.

В речах, произнесенных на похоронах, подчеркивалась готовность исследователей продолжать дело погибших героев.

„Мы не плачем: мы готовы к тому, чтоб на ваше место выковать десятки и сотни отважных героев-исследователей стратосферы. Вперед и выше!“ [1]

[1] Из речи командира стратостата „СССР“ т. Прокофьева на похоронах на Красной площади.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава V. Влажность, испарение, туман

Стр.

Глава VI. Облака. Осадки

Глава VII. Ветер

Стр.

Глава VIII. Как погода сама себя записывает

Глава IX. Солнце и Луна в метеорологии

Глава X. Электрические явления в атмосфере

Глава XI. Предсказание погоды

Глава XII. Погода и климат в прошлом и будущем

Издание № 3. Тираж 10 000 экз. Отв. редактор Н. А. Энгель. Техн. редактор Г. П. Блок. Сдано в набор 1/II 1934. Подписано к печати 8/III 1934. Авторск. лист. 10,9. Формат бумаги 82 × 110 см. Бум. лист. 4 29/32. Печатн. знаков в 1 бум. листе 120 960. Зак. № 2:4.
Ленгорлит № 1891.

Типография „Печатня“, Прачечный пер., 6.



